



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

ILMARI SUKANEN

**TUOTTEEN ELINKAAREN LOPPUPÄÄTÄ KOSKEVA PÄÄTÖK-
SENTEKO INNOVAATIOPROSESSISSA**

Diplomityö

Prof. Miia Martinsuo hyväksytty tarkas-
tajaksi talouden ja rakentamisen tiede-
kunnan tiedekuntaneuvoston kokouk-
sessa 9.9.2015.

TIIVISTELMÄ

SUKANEN, ILMARI: TUOTTEEN ELINKAAREN LOPPUPÄÄTÄ KOSKEVA
PÄÄTÖKSENTEKO INNOVAATIOPROSESSISSA

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 88 sivua, 3 liitettä (9 sivua)

Lokakuu 2015

Tuotantotalouden diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Teollisuustalous

Tarkastaja: professori Miia Martinsuo

Avainsanat: Elinkaaren loppupää, elinkaaren loppupään strategiat, innovaatioprosessi, päätöksenteko, kestävä kehitys

Maapallon väestön määrä kasvaa vuosittain, kuten kasvaa myös resurssien kulutus. Tämän seurauksena vuosittain elinkaarensa loppuun pääsee valtavia määriä erilaisia tuotteita, jotka aiheuttavat merkittäviä ympäristöongelmia. Tämän vuoksi onkin kehitetty erilaisia strategioita, joiden avulla pystytään hyödyntämään elinkaarensa loppuun päässeitä tuotteita, jotta ne eivät sellaisenaan joutuisi kaatopaikoille. Tähän toimintaan vaikuttaa kuitenkin olennaisesti se, miten tuotteet on suunniteltu. Tämän työn tarkoituksena oli lisätä tietoisuutta elinkaaren loppupäätä koskevasta päätöksenteosta osana innovaatioprosessia. Tutkimuskysymys esitettiin seuraavasti: *Miten yritykset ottavat tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevat asiat huomioon päätöksenteossa innovaatioprosessin aikana?*

Työn tutkimusote oli laadullinen ja kartoittava. Tutkimukseen osallistui yhteensä viisi yritystä ja yksi tutkimuslaitos. Tutkimuksen empiirinen aineisto kerättiin näistä organisaatioista pääosin haastatteluilla, mutta myös havainnointia ja epävirallisia keskusteluja hyödynnettiin. Haastattelut olivat puolistrukturoituja haastatteluja ja niitä toteutettiin tutkimuksessa yhteensä 19 kappaletta käyttäen haastatteluissa kahta erillistä haastattelurunkoa. Haastattelut nauhoitettiin, litteroitiin ja koodattiin. Aineistoa analysoitiin ja teemoitettiin tutkimuskysymysten kannalta olennaisiin aihepiireihin.

Tutkimuksessa löytyi useita tapoja, joilla yrityksen ottavat tuotteiden elinkaaren loppupään vaihtoehdot huomioon. Materiaalivalinnat, tuoterakenteen ratkaisut, tuotteiden kestävyys ja kierrätettävyys ovat seikkoja, jotka yritykset ottavat erityisesti huomioon elinkaaren loppupään päätöksenteossa. Tutkimuksen mukaan päämotiiveina tuotteiden elinkaaren loppupään asioihin panostamiseen ovat yritysten oma tahtotila, lainsäädäntö ja asiakkaat. Tuotteiden elinkaaren loppupään vaihtoehdoista toteutetaan yrityksissä eniten kierrätystä, mutta myös uudelleenkäyttöä, huoltoa ja polttoa hyödynnetään. Innovaatioprosessin kannalta yrityksissä otetaan ympäristöasiat jo prosessin alusta lähtien huomioon, jotta näihin pystyttäisiin vaikuttamaan mahdollisimman paljon. Tutkimuksen tuloksien perusteella elinkaaren loppupään päätöksenteon ja toimintojen osalta yrityksissä korostuu kierrätyskeskeisyys. Jatkotutkimuksen aiheena voitaisiin tutkia, miten muita elinkaaren loppupään vaihtoehtoja voitaisiin hyödyntää enemmän.

ABSTRACT

SUKANEN, ILMARI: PRODUCT END-OF-LIFE DECISION MAKING DURING INNOVATION PROCESS

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 88 pages, 3 appendices (9 pages)

October 2015

Master's Degree Programme in Industrial Engineering and Management

Major: Industrial Management

Examiner: Professor Miia Martinsuo

Keywords: End-of-life, end-of-life strategies, innovation process, decision making, sustainable development

Global population keeps growing every year, as does the resource consumption. As a result large amount of retired products is generated each year which causes serious environmental problems. To ease this problem a number of different strategies have been developed to take advantage of these end-of-life products so that the products wouldn't end up in landfill sites. These strategic options are highly affected by how the products are designed. The goal of this research was to create knowledge on end-of-life decision making during innovation process. The main research question was: *How do companies take end-of-life aspects into consideration during innovation process?*

Research design was explorative study. A total of five companies and one research facility participated in this study. The empirical data for this research was mainly collected through interviews, but observation and informal discussion were used as well. The interviews were completed as semi-structured theme interviews and a total of 19 interviews were conducted using two different interview frames. The interviews were audio-recorded, transcribed and coded. The data was analyzed and main themes were reviewed based on relevant topics.

Results show that there are numerous different ways in which companies take product end-of-life into consideration. Material choices, structural choices of the products, durability of the product and material recyclability are aspects that companies especially consider when designing for product end-of-life. Based on this research the main reasons for devoting to designing for end-of-life were companies' own will and ambition, legislation and customers. Recycling is the end-of-life strategic option companies focused on the most, but reuse, service and incineration are used as well. From innovation process perspective companies are implementing environmental and end-of-life aspects into the process from early on so that these aspects could be affected as much as possible. Based on the results end-of-life decision making and actions of the companies are recycle-focused with other options being left on lesser attention. For future research an interesting topic would be how other end-of-life strategies could be utilized even more.

ALKUSANAT

Diplomityön tekeminen on ollut monipuolinen prosessi. Työ on ollut ajoittain haastavaa ja jopa turhauttavaa, mutta samaan aikaan se on ollut myös hyvin palkitsevaa ja opettavaista. Työn myötä olen päässyt tutustumaan moniin mielenkiintoisiin ihmisiin ja yrityksiin sekä ennen kaikki mielenkiintoiseen tutkimusaiheeseen. Toivon mukaan pääsen tulevaisuudessa hyödyntämään diplomityöprosessin aikana oppimiani asioita.

Työn onnistumisesta saan kiittää monia ihmisiä. Ensinnäkin haluan esittää suuret kiitokset tämän työn ohjaajalle ja tarkastajalle professori Miia Martinsuolle kaikesta tarjotusta tuesta ja palautteesta diplomityön eri vaiheissa. Toiseksi haluan kiittää työkavereitani Teollisuustalouden laitoksella kaikesta saamastani tuesta ja neuvoista työn aikana. Eri-tyiskiitos kuuluu StraSus-projektissa kanssani työskennelleelle Jesselle. Kolmanneksi haluan myös kiittää kaikkia projektiin osallistuneita yrityksiä ja ihmisiä, joita ilman tätä tutkimusta ei koskaan olisi voitu toteuttaa.

Lopuksi haluan kiittää kaikkia ystäviäni ja perhettäni kaikesta tuesta ja kannustuksesta opiskelujeni ja diplomityön tekemisen aikana. Erityisesti haluan kiittää avopuolisoani Emmiä. Ilman sinun tukeasi ja kannustustasi olisi tämän diplomityön tekeminen ollut merkittävästi raskaampi prosessi. Tukeasi on ollut korvaamattoman arvokasta.

Ilmari Sukanen

Tampere 21.10.2015

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	i
ABSTRACT	ii
ALKUSANAT	iii
SISÄLLYS	iv
1. JOHDANTO	1
1.1. Tutkimuksen tausta	1
1.2. Tutkimuskysymykset ja työn tavoitteet	2
1.3. Työn rakenne.....	3
2. KIRJALLISUUSKATSAUS	5
2.1. Innovaatioprosessi.....	5
2.1.1. Innovaatioprosessin rooli osana liiketoimintaa	5
2.1.2. Innovaatioprosessin vaiheet.....	6
2.1.3. Innovaatioprosessin alkupää.....	8
2.1.4. Alkupään merkitys innovaatioprosessissa.....	10
2.2. Elinkaaren loppupää.....	12
2.2.1. Elinkaaren loppupään määritelmä	12
2.2.2. Elinkaaren loppupään asioiden tärkeys	13
2.2.3. Elinkaaren loppupään strategiat	15
2.2.4. Elinkaaren loppupään strategiset vaihtoehdot	16
2.2.5. Käänteinen logistiikka	23
2.3. Elinkaaren loppupään suunnittelu ja sitä koskeva päätöksenteko osana innovaatioprosessia	24
2.3.1. Ympäristöasiat innovaatioprosessissa	24
2.3.2. Näkökulmia ekologiseen suunnitteluun	26
2.3.3. Ekologisen suunnittelun ja elinkaaren loppupään työkaluja	30
2.3.4. Ongelmia ja haasteita	33
3. TUTKIMUSMETODOLOGIA	35
3.1. Tutkimusote	35
3.2. Kohdeyritysten valinta	35
3.3. Aineiston kerääminen.....	36
3.4. Aineiston analysointi.....	37
4. TULOKSET	39
4.1. Innovaatioprosessi.....	39
4.1.1. Rakenne	39
4.1.2. Osallistujat.....	41
4.1.3. Tavoitteet.....	43

4.1.4.	Työkalut ja mittarit	45
4.2.	Elinkaaren loppupää	46
4.2.1.	Elinkaaren loppupään strategiat	46
4.2.2.	Tuotteiden takaisinkeruu ja käänteinen logistiikka	54
4.3.	Elinkaaren loppupäätä koskeva päätöksenteko innovaatioprosessissa	55
4.3.1.	Päätösten luonne	55
4.3.2.	Päätöksenteko innovaatioprosessin eri vaiheissa	57
4.3.3.	Motivaatio tuotteiden elinkaaren loppupään huomioimiseen.....	58
4.3.4.	Päätöksentekoon vaikuttavia tekijöitä	59
4.3.5.	Työkalut ja mittarit	60
5.	TULOSTEN TARKASTELU	62
5.1.	Innovaatioprosessi	62
5.2.	Elinkaaren loppupään strategiat ja vaihtoehdot	64
5.3.	Elinkaaren loppupäätä koskeva päätöksenteko innovaatioprosessissa	67
6.	PÄÄTELMÄT	72
6.1.	Tavoitteiden saavuttaminen	72
6.2.	Työn tieteellinen kontribuutio.....	73
6.3.	Toimenpidesuosituksset.....	74
6.4.	Työn rajoitteet	76
6.5.	Jatkotutkimusaiheet.....	77
	LÄHTEET.....	79

LIITE A: TAULUKKO YMPÄRISTÖSUUNNITTELUA KOSKEVISTA TYÖKALUISTA

LIITE B: HAASTATTELURUNKO 1

LIITE C: HAASTATTELURUNKO 2

1. JOHDANTO

Johdanto-luvussa tarkastellaan aiheen taustoja ja motivaatiota tutkimusta kohtaan. Ensiksi käydään läpi tutkimuksen taustaa ja tarkastellaan, miten kestävä kehitys, jätteet, tuotteiden elinkaaren loppu ja tuotekehitys ja innovaatioprosessi liittyvät toisiinsa. Tämän jälkeen esitellään tutkimuskysymykset ja käydään läpi työn tavoitteita. Kolmanneksi tarkastellaan työn asemointia ja viitekehystä. Viimeiseksi käydään läpi koko työn rakenne.

1.1. Tutkimuksen tausta

Maapallolla elävän väestön määrä jatkaa vuosittain kasvuaan, kuten tekee myös resursien kulutus, minkä seurauksena on syntynyt merkittäviä ympäristöongelmia ja seurannu ilmastonmuutosta, jotka uhkaavat koko planeettamme elinkelpoisuutta (Mont & Plepys 2008). Tämä asettaa ihmiskunnalle valtavia haasteita. Etsiessä ratkaisua näihin haasteisiin on kestävä kehitys noussut tärkeäksi teemaksi nykyaikaisessa yhteiskunnassa.

Kestävään kehitykseen liitetään nykyisin taloudellisen, ympäristöllisen ja sosiaalisen vastuun muodostama kolmikanta (The Economist 2009). Alkujaan tämä kolmikanta ("triple bottom line") on Elkingtonin (1994; 1997) lanseeraamaa nimitys, mikä on nykyisellään noussut osaksi yritysten liiketoimintaa. Kestävän kehitysten periaatteiden mukaan toimivien yritysten tuleekin asettaa perinteisten taloudellisten tavoitteiden ohelle myös ympäristöllisiä ja sosiaalisia tavoitteita. Näistä kolmesta teemasta tässä työssä keskitytään ympäristöllisiin tavoitteisiin eli ekologiseen kestävyYTEEN.

Ympäristöpuolelta erityisesti jätteet tuottavat maailmanlaajuisesti ongelmia ja kyvystä tuottaa ympäristöystävällisiä tuotteita, on tullut perustavanlaatuinen haaste yhteiskunnassamme (Remery et al. 2012, s. 419). Nykyisellään useimmat tuotteet tuottavat erilaisia jätteitä sekä päästöjä koko elinkaarensa ajan aina raaka-aineiden hankinnasta ja elinkaaren lopun jätteisiin. Jäteongelmaa kuvastaa se, että esimerkiksi ainoastaan Euroopassa syntyy vuosittain noin 3 miljardia tonnia kiinteää jätettä, joka tarkoittaa henkilöä kohden 6 tonnia jätettä (European Commission 2014). Valtavien jätemäärien seurauksena nykyiset kaatopaikat ovat täyttyneet tai täyttymässä, eikä sama kehitys voi jatkua (Bufardi et al. 2004, s. 3139).

Jätteiden minimoinnista onkin tullut yksi tärkeimmistä vaatimuksista kestävä kehityksen saavuttamiseksi ja se on tärkeässä osassa monissa ympäristöllisissä lainsäädännöissä ympäri maailmaa (González & Adenso-Díaz 2005, s. 2073). Lainsäädännön kautta on

lisätty valmistajien vastuuta tuotteen elinkaaren eri vaiheista, erityisesti sen lopusta (Remery et al. 2012, s. 419). Nämä säädökset kannustavat tuotteiden uudelleenkäyttöön ja materiaalien kierrätykseen, kieltävät vaarallisten aineiden käytön ja kannustavat suunnittelijoita parantamaan tuotteiden designia elinkaaren lopun käsittelyjen näkökulmasta (Remery et al. 2012, s. 419).

Kestävän kehityksen kannalta kehittyneimmät yritykset eivät tyydy vain nykyisen lainsäädännön noudattamiseen, vaan ovat omalla toiminnallaan proaktiivisesti muokkaamassa markkinoita, asiakastarpeita sekä myös vaikuttamassa lainsäädännön muuttumiseen. Nämä yritykset näkevät ympäristön enemmän mahdollisuutena kuin uhkana ja huomioivat sen, että ennaltaehkäisy on parempi vaihtoehto kuin parannus, ja pyrkivät esimerkiksi tuotesuunnittelun kautta saamaan muutosta asioihin sen sijaan, että puututtaisiin vain nykyisiin ongelmiin. (Bhamra 2004, s. 557)

Yrityksissä on tärkeää ottaa ympäristöasiat huomioon jo aikaisissa vaiheissa tuotesuunnittelua. Esimerkiksi ympäristötehokkuuden ja elinkaaren lopun vaihtoehtojen kannalta tärkeimmät valinnat, kuten materiaalivalinnat, tehdään juuri innovaatioprosessin aikaisissa vaiheissa (Rose 2000, s. 27). Näiden valintojen auttamiseksi on kehitetty erilaisia menetelmiä ja työkaluja, joiden avulla pystytään määrittelemään ja arvioimaan tuotteen elinkaaren lopun kannalta parhaita vaihtoehtoja (esim. Rose 2000; Birch et al. 2010; Gehin et al. 2008; Remery et al. 2012).

Tämä tutkimus on osa StraSus-projektia (Strategic business models and governance for sustainable solutions), joka on osa TEKES-rahoitteista Green Growth –ohjelmaa. Projekti toteutetaan yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston, VTT:n, Aalto yliopiston, Lappeenrannan teknillisen yliopiston ja viiden yrityksen kesken. Projektin tavoitteena on selvittää, miten yrityksen voisivat paremmin huomioida kestävän kehityksen liiketoiminnassaan. Tavoitteena projektissa on myös kehittää uusia tapoja (malleja, metodeja ja prosesseja), jotka tukevat kestävän kehityksen mukaista liiketoiminnan kehittämistä, mittaamista ja validointia. Tampereen teknillisen yliopiston fokus projektissa koskee kestävyuden arvon määrittelyä, kestävyyttä osana tuote- ja palvelukehitystä sekä elinkaaren lopun strategioita ja strategisia vaihtoehtoja.

1.2. Tutkimuskysymykset ja työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on kartoittaa, miten elinkaaren loppupään asioita otetaan huomioon osana yritysten innovaatioprosessia. Tähän liittyen tulee tarkastella erikseen, minkälaisia yritysten innovaatioprosessit ovat eli minkälaisia vaiheita ja osallistujia niihin kuuluu sekä minkälaisia tavoitteita yrityksillä on heidän kehitystoiminnalleen. Elinkaaren lopun kannalta on olennaista kartoittaa, minkälaisia vaihtoehtoja yritysten tuotteille on niiden elinkaaren lopussa ja miten yritykset itse hyödyntävät elinkaaren loppuun päässeitä tuotteita. Toisin sanoen, miten erilaiset elinkaaren lopun strategiat ja strategiset vaihtoehdot näkyvät yritysten toiminnassa, mitkä asiat näihin vaikuttavat se-

kä miten tuotteiden takaisinkeruu ja käänteinen logistiikka toteutetaan. Kolmanneksi tulee tarkastella, millä tavoilla elinkaaren lopun asioihin kiinnitetään huomiota tuotesuunnittelun ja –kehityksen aikana ja mikä on niiden arvo. Näihin liittyen kartoitetaan, mitä ja minkälaisia päätöksiä tehdään, missä vaiheessa prosessia päätöksiä tehdään ja mikä päätöksentekoon vaikuttaa. Näin saadaan muodostettua tutkimuskysymykset. Pää-tutkimuskysymyksenä on:

Miten yritykset ottavat tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevat asiat huomioon päätöksenteossa innovaatioprosessin aikana?

Alakysymyksinä tutkimuksessa toimivat:

Minkälaisia ovat yritysten innovaatioprosessit?

Minkälaisia vaihtoehtoja tuotteille on niiden elinkaaren lopussa ja miten yritykset hyödyntävät itse elinkaaren päähän päässeitä tuotteita?

Millä tavoilla yritykset kiinnittävät elinkaaren loppupäätä koskeviin asioihin huomiota tuotesuunnittelun ja –kehityksen aikana ja mikä on niiden arvo?

Näihin kysymyksiin etsitään vastauksia kirjallisuuskatsauksen ja useissa yrityksissä ja yhdessä tutkimuslaitoksessa tehtyjen haastatteluiden perusteella. Työssä ei keskitytä minkään tietyn alan yrityksiin vaan tarkastellaan monipuolisesti erilaisen teollisuuden yrityksiä ja miten tutkimuksen teemat näkyvät näiden yritysten toiminnassa. Näin voidaan kartoittaa tietoa siitä, miten yritykset ottavat nykytilanteessa elinkaaren lopun asiat huomioon toiminnassaan ja mahdollisesti löytää keinoja, miten toimintaa voitaisiin kehittää. Lisäksi työn tuloksia käytetään hyödyksi StraSus-projektin loppujulkaisussa.

1.3. Työn rakenne

Tämä työ koostuu yhteensä viidestä varsinaisesti osasta: kirjallisuuskatsauksesta, tutkimusmetodologiasta, tuloksista, tulosten tarkastelusta sekä päätelmistä. Ensimmäisenä näistä johdannon jälkeen on kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuuskatsaus koostuu tässä työssä kolmesta osuudesta. Luvussa tarkastellaan innovaatioprosessia, elinkaaren loppupäätä ja elinkaaren loppupään suunnittelua sekä sitä koskevaa päätöksentekoa. Kirjallisuuskatsaus ja siinä tehtyt löydöt toimivat pohjana tutkimukselle ja haastatteluiden toteuttamiselle.

Kirjallisuuskatsauksen jälkeen käsitellään tutkimuksen metodologiaa. Työssä käytetään laadullista ja kartoittavaa tutkimusotetta. Näihin liittyviä ominaispiirteitä ja valintaperusteita käsitellään luvussa. Lisäksi metodologiassa käsitellään tutkimukseen valikoituneiden kuuden kohdeyritysten ja yhden tutkimuslaitoksen valintaprosessia ja perusteita. Luvussa esitellään tutkimuksen aineiston keräämiseen eli haastatteluiden toteuttamiseen

liittyviä menettelytapoja. Viimeisenä käsitellään aineiston analysointiin ja tulosten esittelyyn liittyviä toimintatapoja ja menetelmiä.

Metodologian jälkeen tarkastellaan tutkimustuloksia. Nämä muodostetaan toteutettujen haastatteluiden perusteella. Tuloksia käsitellään kolmen pääteeman kautta. Tuloksissa käydään läpi kohdeyritysten innovaatioprosessiin liittyviä asioita, joista käsitellään erityisesti prosessin rakennetta ja organisaatioiden kokonaisvaltaista osallistumista prosessiin. Lisäksi tarkastellaan kohdeyritysten strategioita ja strategisia valintoja heidän tuotteiden elinkaaren loppupäälle. Strategioihin liittyen käsitellään etenkin kierrätystä, johon kohdeyrityksissä panostetaan eniten. Viimeisenä teemana käydään läpi elinkaaren loppupäätä koskevaa päätöksentekoa kohdeyritysten innovaatioprosessissa. Päätöksenteon osalta keskitytään erityisesti päätösten luonteeseen, joka yrityksissä käsittelee pääosin kierrätettävyyttä ja materiaalivalintoja. Lisäksi tuloksissa käsitellään motivaatiota päätöksenteon takana, mihin vaikuttavat eniten yritysten omat intressit, lainsäädäntö ja asiakkaat.

Tämän jälkeen viidennessä luvussa tarkastellaan empiiristen tutkimuksen kautta saatuja tuloksia ja peilataan niitä aikaisempaan tutkimukseen, jota kirjallisuuskatsauksessa esiteltiin. Tulosten tarkastelussa nostetaan lisäksi esille empiirisen tutkimuksen tärkeimpiä löytöjä liittyen työn tutkimuskysymyksiin. Luvun alkupuolella käydään läpi, miten yritysten innovaatioprosessin vaiheet suhteutuvat kirjallisuudessa esiteltyihin malleihin. Tämän jälkeen tarkastellaan, miten tuotteiden elinkaaren loppupään eri vaihtoehtoja toteutetaan ja miten ne suhtautuvat toisiinsa yritysten jätehierarkiassa. Luvun lopussa esitellään haastatteluista tunnistetut kuusi tärkeää tekijää elinkaaren loppupään suunnittelun ja toteutuksen kannalta: valmistusteknologia, tuotedesign, materiaalivalinnat, arviointityökalut, yhteistyö ja lainsäädäntö.

Työn viimeisenä lukuna toimii päätelmät. Luvussa tarkastellaan, miten työssä on onnistuttu erilaisten löydösten, kuten elinkaaren loppupäätä koskevien päätöksenteon tapojen ja syiden, kautta vastaamaan tutkimuskysymykseen. Työn tieteellistä kontribuutiota arvioidaan sekä esitellään elinkaaren loppupäähän liittyvää yhteistyötä sekä muita tulosten perusteella muodostettuja toimenpidesuosituksia. Luvussa käydään läpi työhön ja tutkimukseen liittyviä rajoitteita, kuten tutkimuksen rajallista otosta ja laadulliseen tutkimukseen liittyviä erityispiirteitä. Viimeisenä nostetaan esiin elinkaaren loppupäätä koskevien työkalujen ja mittareiden käytön tutkimusaihe sekä muita työn myötä tunnistettuja ja jatkotutkimusaiheita.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS

Kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan ensimmäisessä alaluvussa innovaatioprosessia ja siihen kuuluvia vaiheita, jotta saadaan käsitystä siitä, minkälaiseksi kirjallisuus kuvaa prosessin ideasta valmiiksi tuotteeksi. Tämän kautta saadaan selvitettyä, minkälaista päätöksentekoa ja kehitystyötä tehdään eri vaiheissa, mikä on olennaista tietää, jotta voidaan myöhemmin tarkastella tarkemmin elinkaaren loppua koskevaa päätöksentekoa innovaatioprosessissa. Toisessa alaluvussa siirrytään tarkastelemaan elinkaaren loppua, sen määritelmää sekä liittyviä toimintatapoja. Kolmannessa alaluvussa nidotaan yhteen edeltäneet kaksi alalukua ja tarkastellaan, miten elinkaaren loppua käsitellään tuotekehityksessä. Luvussa tarkastellaan, minkälaisia erilaisia suunnitteluperiaatteita ja menetelmiä sekä työkaluja on kehitetty elinkaaren loppupään asioiden tarkasteluun innovaatioprosessin eri vaiheissa.

2.1. Innovaatioprosessi

Tässä alaluvussa tarkastellaan innovaatioprosessia ja erityisesti sen alkupäätä. Luvussa käydään aluksi läpi, minkälaisia vaiheita innovaatioprosessiin kuuluu ja minkälaista jaottelua eri vaiheisiin kirjallisuudessa on käytetty. Seuraavaksi tarkastellaan tarkemmin, mitä kaikkea innovaatioprosessin alkupäähän kuuluu, miten se eroaa muusta prosessista. Lopuksi tarkastellaan, miksi juuri alkupää on erityisen merkityksellinen koko prosessin kannalta.

2.1.1. Innovaatioprosessin rooli osana liiketoimintaa

Tuotekehitys- ja innovaatiotoiminta on perusta menestyvälle yritystoiminnalle. Tuotekehityksen kautta tehtyjen innovaatioiden kautta yritysten on mahdollista parantaa jo olemassa olevia tuotteitaan sekä luoda täysin uudenlaisia tuotteita, prosesseja, palveluita ja tuotekonsepteja. Innovaatioprosessia ruokkivat kaikkien siihen osallistujien tietämys ja kekseliäisyys (Millet et al. 2007, s. 340), minkä vuoksi tuotekehityksessä on olennaista osallistaa prosessiin tuotekehityksessä työskentelevien lisäksi esimerkiksi markkinointia, myyntiä ja ympäristöosastoa (Pujari 2006, s. 78). Voidaankin todeta, että tuotekehitysprosessi kokonaisuudessaan vaatii monenlaista osaamista ja yhteistyötä eri yrityksen osastoilta.

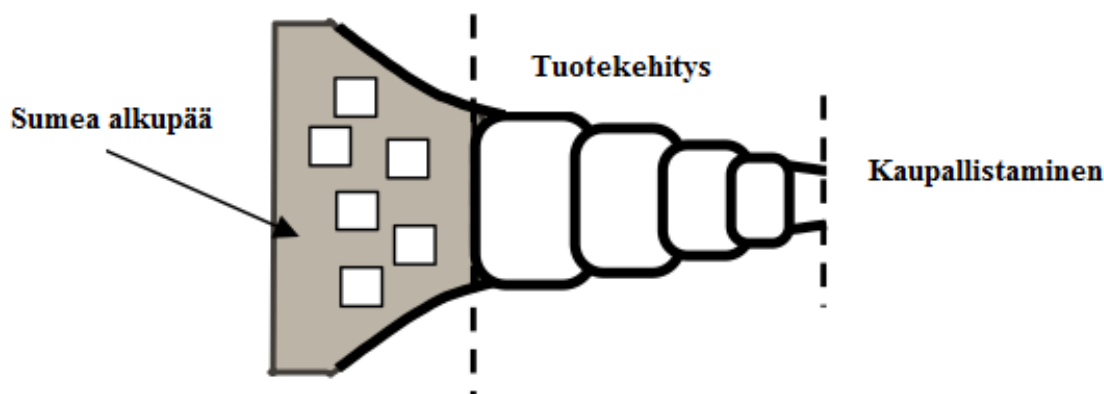
Tuotekehityksessä työskenteleviltä vaaditaan jatkuvasti, että tuotekehityksen tehokkuutta parannetaan. Tämä tarkoittaa samanaikaista laadun parannusta, kustannusten ja prosessikeston laskemista (Luttrupp & Lagerstedt 2006, s. 1398). Tuotekehityksen roolia painottaa se asia, että vaikka tuotekehitys itsessään kuluttaa vain 15 % valmistuskustan-

nuksista, on se vastuussa siitä, miten loput 85 % käytetään (Knight & Jenkins 2009, s. 550).

2.1.2. Innovaatioprosessin vaiheet

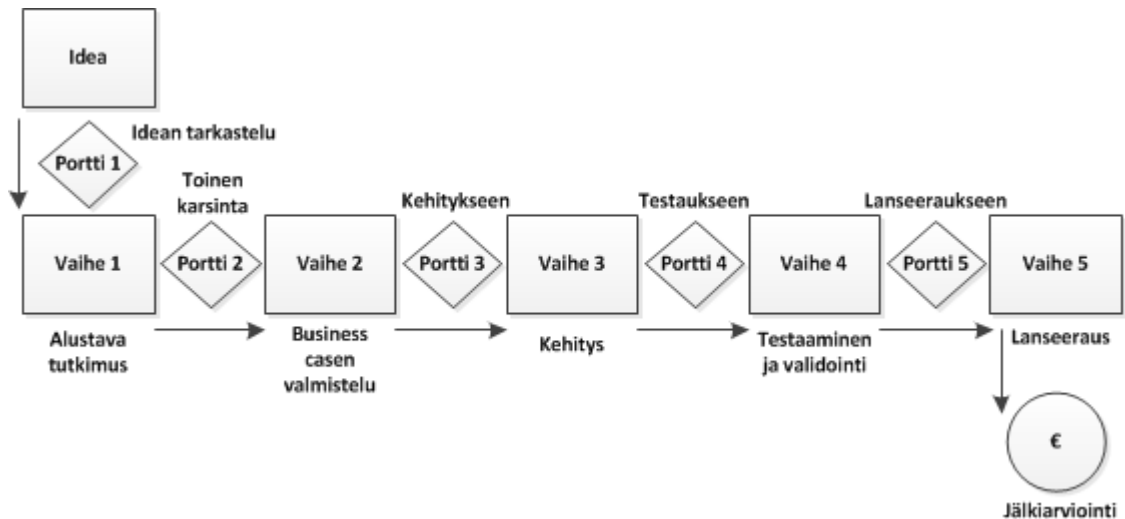
Tuotekehityksen on syytä olla jollain tavalla systemaattista ja aikaisempaa kokemukseen nojautuvaa. Mikäli jokaisella kerralla täytyisi aloittaa tyhjältä pöydältä, olisi tuotekehitys todella monimutkaista ja aikaa vievää (Lindahl 2006, s. 489). On myös hyödyllistä käyttää työkaluja ja metodeja, joiden avulla aikaisempaa tietämystä ja kokemusta voidaan hyödyntää. Näin saadaan siirrettyä kokemusta eteenpäin ja välttytään päällekkäiseltä työltä (Lindahl 2006, s. 489).

Koko kehitysprosessi ideasta tuotteeksi on pitkä prosessi, johon liittyy monia erilaisia vaihteita. Koen et al. (2002) mallin mukaan koko innovaatioprosessi voidaan jakaa kolmeen eri päävaiheeseen. Kuvan 1 tapaan prosessin alussa on sumea alkupää (Fuzzy Front End, FFE), joka tunnetaan myös nimellä alkupään innovointia (Front End of Innovation, FEI) (Koen et al. 2001, s. 46). Tämän prosessi vaiheen jälkeen alkaa varsinainen tuotekehitys (New Product Development), mitä seuraa kolmantena vaiheena tuotteiden kaupallistaminen (Commercialization).



Kuva 1: Innovaatioprosessi kokonaisuudessaan. Muokattu lähteestä Koen & al. (2002, s. 6).

Tuotekehityksen tarkempaan mallintamiseen on kehitetty useita erilaisia prosessimalleja. Näistä malleista erityisesti uusien tuotteiden kehityksen osalta usein sovellettu malli on Cooperin (2001) Stage-GateTM, jota käyttää jopa 85 % Yhdysvaltojen johtavista yrityksistä (Product Development Institute 2015). Cooperin (2001) Stage-GateTM-malli (kuvassa 2) sisältää viisi varsinaista vaihetta, joiden lisäksi siinä on myös niitä edeltävä ”nolla-vaihe” eli idean keksiminen/löytäminen. Nämä vaiheet ovat alustava arviointi, business casen luominen, kehitys, testaaminen ja validointi sekä tuotanto ja lanseeraus markkinoille. Mallissa on lisäksi jokaisen vaiheen jälkeen portti, jossa tarkastetaan, onko vaiheessa päästy tavoitteisiin.



Kuva 2. Stage-GateTM-malli (mukaillen Cooper 2008, s. 215)

Waage (2007) taas määrittelee tuotesuunnitteluprosessimallin sisältämään neljä vaihetta. Ensiksi määritellään, mikä on ongelma, tarve tai toive, mitä varten tuotetta tarvitaan. Toiseksi tutkitaan mahdollisia ratkaisuja. Kolmanneksi määritellään näistä paras ratkaisu. Lopuksi vielä mietitään, miten tämä ratkaisu voidaan toteuttaa. Käytännössä tuotekehitys ei etene aina vain eteenpäin vain välillä on kehitystiimin palattava aikaisempaan vaiheeseen.

Taulukkoon 1 on kerätty edellä esitettyjen Koen et alin (2002) mallin, Cooperin (2001) Stage-GateTM-mallin ja Waagen (2007) mallin lisäksi kolme muuta innovaatioprosessin jaottelua.

Taulukko 1: Erilaisia jaotteluita innovaatioprosessille

Kirjoittaja	Vaiheet
Koen et al. (2002)	Osuus 1: Sumea alkupää (Fuzzy Front End) Osuus 2: Uuden tuotteen kehitys (New Product Development) Osuus 3: Kaupallistaminen (Commercialization)
Cooper (2001): Stage-Gate TM -model	Vaihe 0: Idea (Discovery) Vaihe 1: Alustava tutkimus (Product Scoping) Vaihe 2: Business casen valmistelu (Build Business Case) Vaihe 3: Kehitys (Development) Vaihe 4: Testaaminen ja validointi (Testing and Validation) Vaihe 5: Lanseeraus (Product Launch)
Waage (2007)	Vaihe 1: Ongelman/tarpeen/toiveen ymmärrys (Understand) Vaihe 2: Mahdollisuuksien kartoitus (Explore) Vaihe 3: Ratkaisun määrittely (Define/Refine) Vaihe 4: Ratkaisun implementointi (Implement)

Kirjoittaja	Vaiheet
McGrath (1996): PACE®	Vaihe 1: Konseptin arviointi (Concept Evaluation) Vaihe 2: Suunnittelu ja määrittely (Planning and Specification) Vaihe 3: Kehitys (Development) Vaihe 4: Testaus ja arviointi (Test and Evaluation) Vaihe 5: Tuotteen julkaisu (Product Release)
Clausing (1994)	Vaihe 1: Konsepti (Concept) Vaihe 2: Suunnittelu (Design) Vaihe 3: Valmistelu (Prepare) Vaihe 4: Valmistaminen (Produce)
Jokinen (2010)	Vaihe 1: Käynnistäminen Vaihe 2: Luonnostelu Vaihe 3: Kehittäminen Vaihe 4: Viimeistely

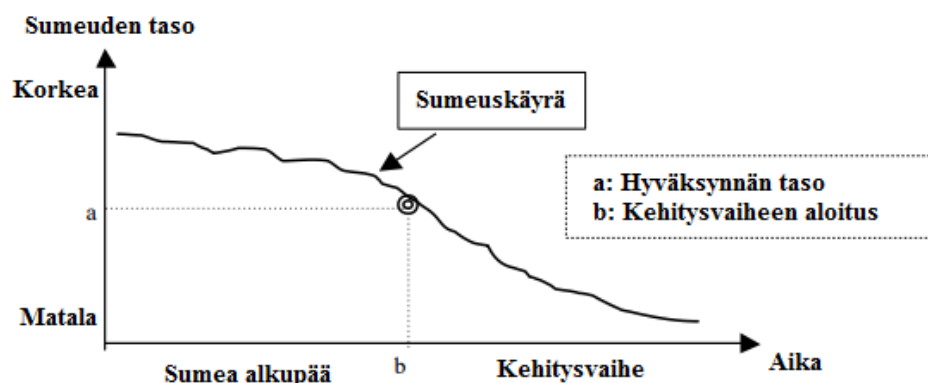
Taulukosta on nähtävissä, löytyy kirjallisuudesta erilaisia jaottelutapoja innovaatioprosessille. Näkökulmasta riippuen koko prosessi sisältää kolmesta kuuteen erilaista vaihetta. Kokonaiskuvaltaan eri jaottelut noudattavat kuitenkin samaa karkeaa kaavaa. Ensiksi saadaan idea, jota arvioidaan ja lähdetään kehittämään eteenpäin. Näin saadaan lopulta luotua jonkinlaista fyysistä tuotetta, jota pystytään alkaa testaamaan todenmukaisissa tilanteissa. Kun tuotteeseen ollaan yrityksessä tyytyväisiä, voidaan se julkaista markkinoille.

2.1.3. Innovaatioprosessin alkupää

Innovaatioprosessin alkupäähän määritellään yleisesti kuuluvan tuotekehityksen vaiheet idean saamisesta tuotekehitykseen siirtymiseen asti (Murphy & Kumar 1997, s. 6; Kim & Wilemon 2002, s. 269). Näin ollen alkupään vaiheelle on tyypillistä erilainen ideointi, tutkimus sekä arviointi, joiden tarkoituksena on päättää, kannattaako ideaan investoida enemmän resursseja ja alkaa kehittää ideaa eteenpäin varsinaiseksi tuotteeksi (Kim & Wilemon 2002, ss. 269-270). Esimerkiksi Cooperin (2001) Stage-GateTM-mallista voidaan alkupään vaiheiksi lukea idean löytäminen, alustava arviointi sekä business casen luominen.

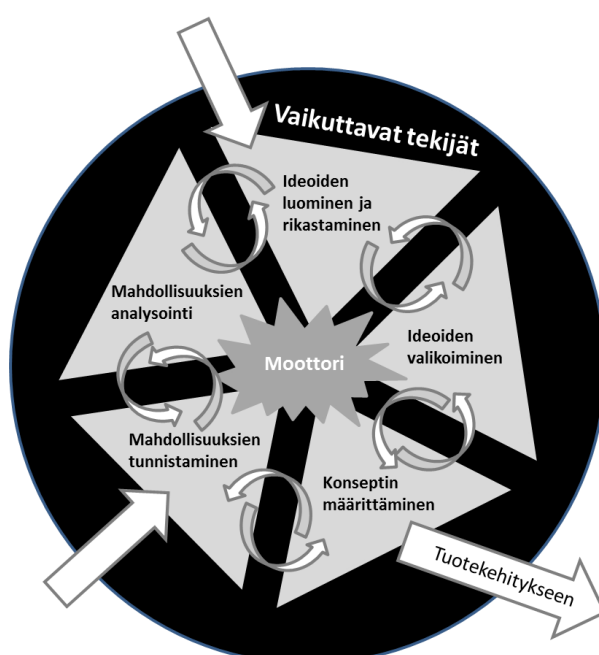
Alkupää on toiminnan kannalta haastava vaihe ja sitä pidetäänkin usein tuoteinnovointiprosessin heikoimpana lenkkinä (Khurana & Rosenthal 1997, s. 103). Prosessia hankaloittaa se, ettei alkuvaiheessa voida olla varmoja, mikä on prosessin lopputulos (Millet et al. 2007, s. 340). Näiden erilaisten epävarmuutta projektia ja tuotetta kohtaan aiheuttavien seikkojen vuoksi vaihe yleisesti tunnetaan nimellä ”Fuzzy Front End” (FFE) eli suomeksi sumea alkupää. Tuotekehitysprojekteihin liittyvää sumeutta eli epävarmuutta

projektin eri vaiheissa on kuvattu kuvassa 3. Koko alkupään prosessin ajan epävarmuuden taso pysyy korkealla, mutta kääntyy laskuun projektin edetessä kehitysvaiheeseen.



Kuva 3. Tuotekehityksen sumeus projektin edetessä. Muokattu lähteestä Kim & Wilemon (2002, s. 270).

Termin FFE käyttöä on osassa kirjallisuutta vältelty, koska termin mukaan vaiheeseen liittyisi tuntemattomia ja hallitsemattomia tekijöitä, jotka dominoisivat prosessia tehden siitä täysin hallitsemattoman. Osassa kirjallisuutta vaihetta kutsutaankin neutraalimmalla termillä FEI, ”Front End of Innovation”. Termin tarkoituksena on vähentää tuotekehityksen alkupäähän liittyvää mysteerisyyttä ja epävarmuutta sekä lisätä ajatusta, että vaihe voisi olla hallittavampi ja systemaattisempi (Koen et al. 2001, s. 46). Vaiheen edelleen selkiyttämiseksi on kehitetty erilaisia malleja, joista yksi on kuvassa 4 nähtävä uusien konseptien kehitysmalli.



Kuva 4: Uusien konseptien kehitysmalli (New concept development, NCP) (mukaillen Koen et al. 2002, s. 8).

Koen et al. (2002) uusien konseptien kehitysmallissa mukaan alkupään viitenä toimintaelementtinä toimivat mahdollisuuksien tunnistaminen, mahdollisuuksien analysointi, ideoiden luominen ja rikastaminen, ideoiden valikoiminen sekä konseptin määrittäminen. Prosessi alkaa idean luomisella tai mahdollisuuden tunnistamisella ja loppuu, kun konsepti on määritelty ja voidaan siirtyä eteenpäin tuotekehitykseen. Prosessi ei kuitenkaan usein ole suoraviivainen ja näin ollen se voi siirtyä edestakaisin eri vaiheiden välillä useaan kertaan. Koko prosessin moottorina toimii ylemmän johdon tuki. Lisäksi mallissa on ulkokehällä kaikki prosessiin vaikuttavat ulkoiset tekijät, joita ovat esimerkiksi lainsäädäntö, asiakkaat, kilpailijat (Koen et al. 2002).

Khurana et Rosenthalin (1997) taas mallintavat innovaatioprosessin alkupään suoraviivaisemmin. Heidän mallissaan alkupää koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan alustavasti mahdollisuuksia markkina- ja teknologia-analyysin avulla. Vaiheessa kaksi tehdään tuotekonsepti ja –määrittely. Kolmannessa vaiheessa taas tuotemäärittelyyn yhdistetään projektisuunnitelma. Tämän jälkeen tehdään ”go/no-go”-päättös, jonka jälkeen mahdollisesti siirrytään kohti tuotekehitystä. Lisäksi prosessiin vaikuttavat perustavina elementteinä yrityksen tuote- ja portfoliostrategia sekä organisaation struktuuri, roolit, kannustimet ja normit.

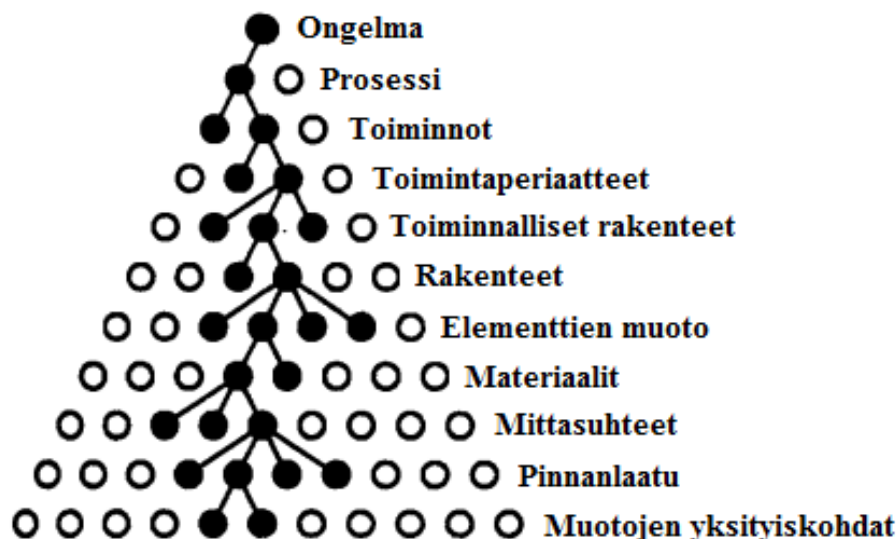
2.1.4. Alkupään merkitys innovaatioprosessissa

Yli 70 % tuotteen elinkaarikustannuksista määritellään tuotekehityksen alkupäässä (Asiedu & Gu 1998, s. 883). Tämän vuoksi onnistuneen tuotekehitystoiminnan ja liiketoiminnan yleensäkin tärkeimpiä päätekijöistä on tehokas toiminta juuri tuotekehitys alkupäässä (Cooper 1988). Toimintoina tarkka projektikuvaus, markkina-analyysit sekä -tutkimus ja myynninennustus auttavat ymmärtämään asiakkaiden tarpeita ja haluja, joiden ymmärtäminen on tärkeää menestyksekkäälle tuotteelle (Cooper & Kleinschmidt 1993). Nimenomaan oikeiden tuotekehityshankkeiden käynnistäminen on pitkällä tähtäimellä yrityksen menestyksen kannalta oleellista (Jokinen 2010, s. 14).

Differoituakseen kilpailijoistaan täytyy yritysten pystyä suuntaamaan kohti tuntematonta (Millet et al. 2007, s. 340). Tähän liittyen onkin innovaatioprosessin alkupäällä tärkeä merkitys, koska juuri siinä vaiheessa uudet ideat saadaan. Tuotekehityksen alkupää nähdäänkin yhtenä parhaista mahdollisuuksista parantaa koko innovaatioprosessin toimintaa (Koen et al. 2002, s. 5). Innovatiiviseen toimintaan kannustavalla ilmapiirillä ja yrityskulttuurilla (Koen et al. 2002, s. 12) sekä oikeilla menetelmillä (Jokinen 2010) voidaan saada aikaan merkittävää kilpailuetua. Tuotekehitysprosessi voidaankin nähdä eräänlaisena aarteensintämatkana kohti tuntemattomia alueita, joissa isokin aarre voi odottaa (Millet et al. 2007).

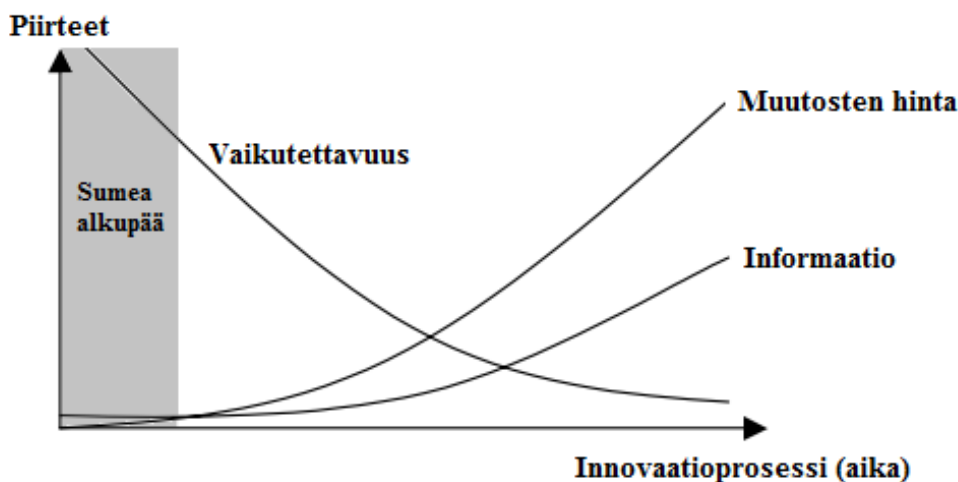
Tuotekehityksen edetessä lyödään entistä useampia asioita lukkoon. Näillä valinnoilla on vaikutusta aina myöhempien vaiheiden valintojen kannalta. Tätä ilmiötä kuvaa Design Degrees of Freedom (DDF), joka on esitetty kuvassa 5. DDF:n mukaan jokaisella

tasolla kehityksessä on tietty määrä eri vaihtoehtoja, joiden mukaan voidaan valintoja tehdä (Bhander et al. 2003). Nämä valinnat taas vaikuttavat siihen, mitkä seuraavan tason valinnoista ovat enää käytössä. Esimerkiksi materiaalivalinnat määrittelevät ja rajaavat sitä, minkälaisia pinnanmuotojen vaihtoehtoja on enää myöhemmässä vaiheessa valittavana.



Kuva 5. Design Degrees of Freedom (DDF). Muokattu lähteestä Bhander et al. (2003, s. 259)

Näin ollen tuotekehityksen edetessä olevien mahdollisuuksien määrä pienenee kehityksen edetessä. Päinvastoin voi myös ajatella, että vaikutettavuus lopulliseen tuotteeseen vähenee prosessin edetessä. Vastaavasti tehtäviin muutoksiin liittyvät kustannukset nousevat, mitä pidemmälle prosessissa on edetty. Toisaalta informaatio tuotteeseen liittyen kuitenkin lisääntyy prosessin edetessä. (Herstatt & Verworn 2001, ss. 4-5) Näitä seikkoja on kuvattu kuvassa 6.



Kuva 6. Vaikutettavuus, muutosten hinta ja saatavilla olevan informaation määrä innovaatioprosessin eri vaiheissa. Muokattu lähteestä Herstatt & Verworn (2001, s. 5).

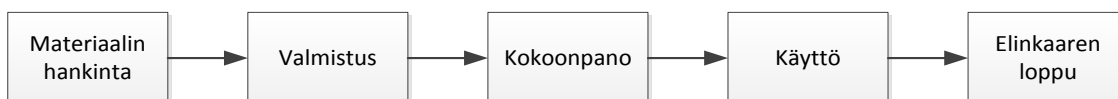
Kaiken kaikkiaan innovaatioprosessin alkupäällä on valtava merkitys koko prosessin kannalta. Prosessin alkupäässä lyödään lukkoon monia asioita, joihin ei myöhemmissä vaiheissa joko pystytä enää vaikuttamaan tai niihin vaikuttaminen tulee hyvin kalliiksi. Alkupään kehityksessä onkin siis hyvin tärkeää tehdä tarkkaa arviointia, jotta päädyttäisiin varmimmin oikeisiin valintoihin, eikä suuriin kehitysmuutoksiin tarvitsisi enää myöhemmissä vaiheissa ryhtyä.

2.2. Elinkaaren loppupää

Tässä alaluvussa keskitytään elinkaaren loppupäähän. Ensiksi määritellään elinkaaren loppu käsitteenä. Tämän jälkeen käydään läpi asioita, miksi elinkaaren loppu tulisi ottaa huomioon ja miten tähän on lainsäädännöllisesti motivoitu. Seuraavaksi esitellään erilaiset elinkaaren loppupään strategiat ja vaihtoehdot. Lopuksi luvussa käydään läpi elinkaaren loppuun liittyvää käänteistä logistiikkaa.

2.2.1. Elinkaaren loppupään määritelmä

Tuotteen elinkaari määritellään yleisesti kokonaisuudessaan sisältämään viisi vaihetta. Nämä vaiheet ovat materiaalin hankinta, valmistus, kokoonpano, käyttö ja elinkaaren loppu (Rose 2000, ss. 20-21). Nämä vaiheet on esitelty kuvassa alla 7. Materiaalihan-kinnalla tarkoitetaan vaihetta, jossa erilaisia raaka-aineita louhitaan maasta ja prosessoit- daan ne käytettäväksi valmistuksessa. Vastaavasti sillä voidaan tarkoittaa materiaali- kierrätyksen kautta saatavia. Valmistuksessa taas raaka-aineista valmistetaan tuotetta varten erilaisia osia, jotka kokoonpanossa kootaan valmiiksi tuotteeksi. Tämän jälkeen tuote etenee käyttö-vaiheeseen, minkä jälkeen seuraa elinkaaren loppu.



Kuva 7. Tuotteen elinkaari (mukaillen Rose 2000, s. 21)

Rose et al. (2002, s. 84) määrittelevät tarkemmin tuotteen elinkaaren loppupääksi sen vaiheen, kun tuote ei enää täytä niitä vaatimuksia, joita sen ostajalla tai käyttäjällä tuo- tetta kohtaan alun perin oli. Tähän näkökulmaan asettuu kaksi eri astetta. Tuote voi olla kokonaisuudessaan elinkaarensa lopussa (End-of-Life) tai vain tietyn käyttäjän käytön kannalta elinkaarensa lopussa (End-of-Use) (Östlin et al. 2009, s. 999).

Tuotteen elinkaaren pituuteen vaikuttavat sen käyttö ja asiakkaan mielipide siitä, missä vaiheessa tuote ei enää sovellu hänen käyttöönsä (van Nes & Cramer 2003, s. 101). Eri- tyisesti kehittyneissä maissa erilaisia laitteita pystyisikin vielä hyvin käyttämään, mutta kuluttajat kokevat niiden ominaisuudet vanhentuneiksi, minkä vuoksi he hankkivat uu- sia laitteita vanhojen tilalle (Kondo & Nakamura 2004, s. 239). Näin ollen tuotteet olisi- vat vielä hyvinkin käyttökelpoisia joillain muulla käyttäjällä.

2.2.2. Elinkaaren loppupään asioiden tärkeys

Kasvavan jätteen määrän vuoksi kierrätyksestä, osien uusiokäytöstä sekä komponenttien uudelleenkäytöstä on tullut merkittävä asia maailmanlaajuisesti sekä ekologisessa että ekonomisessa mielessä (Tanskanen 2013, s. 1002). Erilaisten elinkaaren lopun strategioiden pohtiminen on yrityksille tärkeää, koska mahdollistavat yrityksille erilaisia liiketoiminnallisia mahdollisuuksia (Kaebernick et al. 2003, s. 468; Gehin et al. 2008, s. 571). Esimerkiksi hankkimalla takaisin valmistamia tuotteita pystyy yritys hankkimaan halvalla komponentteja ja materiaaleja huolto- ja valmistustarpeeseen (Thierry et al. 1995, s. 116). Näin ollen tuotteet, jotka ovat käyttäjän mielestä hyödyttömiä tai jätettä, voivat tarjota jollekin toiselle mahdollisuuden tuottaa liiketoimintaa (Tanskanen 2013, s. 1004).

Eri sidosryhmien, kuten valmistajien, myyjien, hallinnon ja loppukäyttäjien, osallistaminen osaksi elinkaaren loppupäätä on tärkeää, jotta käsittelyprosessista saadaan sujuva (Tanskanen 2013, s. 1005). Tähän voidaan motivoida OEM:n puolelta esimerkiksi luomalla palkkiojärjestelmiä asiakkailleen, jakelijoilleen ja toimittajilleen, joiden avulla tuotteita voidaan jakaa (Gehin et al. 2008, s. 567). Yksinkertaisimmillaan valmistaja voi ostaa tuotteen takaisin omaan käyttöönsä, minkä avulla pystytään poistamaan asiakkaalta normaalisti tuotteen hävitykseen liittyviä kustannuksia, kuten esimerkiksi kaatopaikkamenoja (Thierry et al. 1995).

Ympäristön kestävyys on kuitenkin nähty aikaisemmin haastavana ja kustannuksia aiheuttavana asiana yrityksille, mutta nykyisin näkökulma on muuttunut (Pujari 2006, s. 78). Lisäksi ympäristöasiat voidaankin nähdä ”win-win”-näkökulmasta. Yrityksien on mahdollista olla samaan aikaan sekä vihreitä että kilpailukykyisiä eli kestäväällä pohjalla toimivia. Esimerkiksi lainsäädännön muutoksilla voidaan edistää yrityksissä innovaatio-toimintaa, jonka myötä yritykset saavat ympäristöasiat paremmin huomioon ottaen selkeää etua kilpailijoihinsa nähden (Porter & van der Linde 1995, s. 115).

Tätä kehitystä tukemaan onkin säädelty kansainvälisiä sopimuksia sekä maiden sisäistä toimintaa koskevaa lainsäädäntöä tuotteiden elinkaaren lopun käsittelyä kohtaan. Näistä erilaisista ympäristöä ja tuotteiden elinkaaren loppua koskevista direktiiveistä ja laeista on esitetty taulukossa 2 muutamia esimerkkejä.

Taulukko 2. Erilaisia kansainvälisiä lainsäädäntöjä ja direktiivejä, jotka koskevat ympäristöä ja tuotteiden elinkaaren loppua.

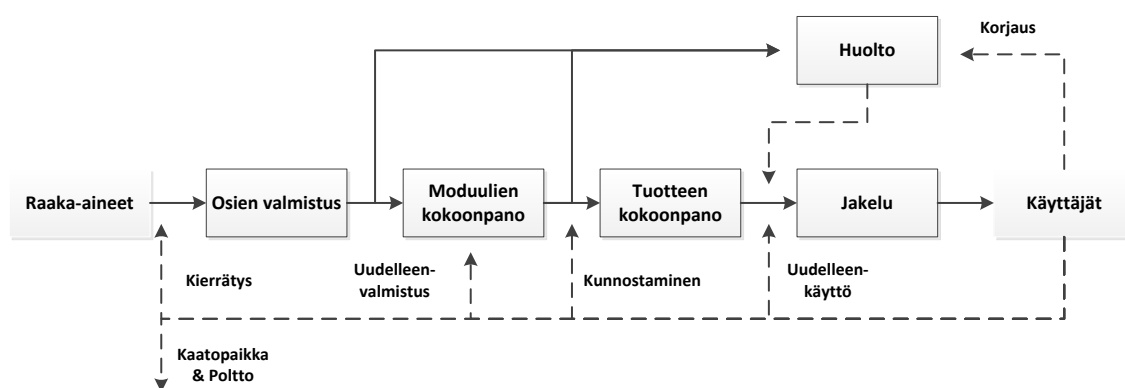
Lainsäädäntö/direktiivi	Kuvaus
WEEE-direktiivi (Waste of Electrical and electronic equipment) (Kumar & Putnam 2008, s. 306; WEEE directive 2012)	WEEE-direktiivin tarkoituksena vähentää elektronisiin laitteisiin liittyvää jätettä ja kannustaa kaikkia laitteen elinkaareen liittyviä panostamaan laitteiden ympäristötehokkuuden parantamiseen. Erityisesti direktiivi koskee elektronisen jätteen käsittelijöitä. Direktiivi koskee kaikkia laitteita, jotka on kytketty sähköverkkoon tai toimivat pattereilla. Tähän luokkaan sisältyy laaja joukko erilaisia laitteita kodinkoneista pien-elektroniikkaan ja leluista urheiluvälineisiin.
RoHS-direktiivi (Restriction of Hazardous Substances) (Kumar & Putnam 2008, s. 306; RoHS directive 2011)	RoHS-direktiivi säädettiin alun perin WEEE-direktiivin rinnalla rajottamaan tiettyjen materiaalien käyttöä tuotteissa. Direktiivi kieltää tiettyjen vaarallisten raskasmetallien, kuten lyijyn, elohopean ja kadmiumin käytön elektronisissa laitteissa.
ELV-direktiivi (End-of-Life Vehicle) (Kanari et al. 2003, s. 19; ELV directive 2013)	ELV-direktiivi on henkilöautoja koskeva direktiivi, jonka tavoitteena on tehdä elinkaaren loppuun päässeiden autojen purettavuudesta ja kierrätettävyydestä ympäristöstä ystävällisempää. Sen myötä RoHS-direktiivin tapaan tiettyjen materiaalien käyttö on kielletty, koska ne vaikeuttavat kierrätysprosessia. Direktiivin myötä ajoneuvojen valmistajien on parannettava heidän ELV-keräys- ja -kierrätysverkostoaan.
REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) (ECHA 2015)	REACH on Euroopan unionin asetus, jonka tarkoituksena on suojella ihmisten terveyttä ja ympäristöä erilaisiin kemikaaleihin liittyviltä riskeiltä. Asetuksen piiriin liittyvät teollisissa prosesseissa käytettävät kemikaalit sekä arkipäivän elämässä käytetyt aineet. REACH:in mukaan toimivien yritysten tulee rekisteröidä heillä käytössä olevat aineet ja kannustaa yritysten väliseen yhteistyöhön turvallisempien vaihtoehtojen löytämiseksi ja käyttämiseksi.
ISO 14000 -sarja (SYKE 2013; SFS 2015)	ISO 14000 -sarjan standardiperheeseen kuuluu erilaisia standardeja, jotka tarjoavat yrityksille ympäristöasioiden hallinnan työkalupakin ympäristöjohtamisen tueksi. Sarjan standardit ja oppaat koskevat muun muassa, ympäristöjärjestelmiä, -auditointia, -merkintöjä, -viestintää, elinkaariarviointia, termejä ja määritelmiä. Sarjaan kuuluu lisäksi 14062 –standardi, joka määrittelee, miten ympäristöasiat tulisi ottaa huomioon tuotesuunnittelussa.

Edellä esitetyt lait ja direktiivit kuvastavat, miten kansainvälisesti on pyritty vaikuttamaan tuotteiden suunnitteluun. Suunnittelemalla ja valmistamalla tuotteet ympäristöystävällisesti on yritysten mahdollista saada tuotteilleen erilaisia ympäristömerkintöjä (Ympäristöministeriö 2013). Esimerkiksi Pohjoismaissa on käytössä ympäristömerkkinä Joutsenmerkki, Euroopassa taas Kukkamerkki. Lisäksi luomutuotteille on omat merkin­tänsä Suomessa ja EU:ssa. Lisäksi erilaisille laitteille on olemassa energiamerkki, joka kertoo laitteiden energiankulutuksesta ja suorituskyvystä.

Lait eivät kuitenkaan aina toimi ainoastaan positiivisessa mielessä kannusteina, vaan ne voivat toimia myös rajoitteina. Lait nimittäin eivätkä salli tiettyjen ympäristöystävällisyyttä edistävien toimintojen käyttöönottoa, joista esimerkkeinä ovat uudelleenvalmistettujen tuotteiden myynnin hankaloittaminen ja jätteiden hyödyntämisen rajoittaminen (Gehin et al. 2008, s. 571).

2.2.3. Elinkaaren loppupään strategiat

Elinkaaren loppupäätä koskeviksi strategioiksi pidetään yritysten lähestymistä ja meto­deja käsitellä tuotteita niiden elinkaaren lopussa (Rose 2000, s. 32). Elinkaaren loppu­päätä koskeviin toimiin lasketaan arvon palauttaminen tuotteista joko manuaalisen työn tai koneiston kautta. Elinkaaren loppupään järjestelmään liittyvät tuotteiden keräys, nii­den käsittely ja siihen liittyvät vaikutukset yhteisöön ja ympäristöön. Aikaisempi tutki­mus on listannut erilaisia vaihtoehtoja elinkaaren loppupään strategioiksi. Nämä on esi­tetty kuvassa 8 osana tuotteen elinkaarta.



Kuva 8. Eri EoL-vaihtoehtot osana elinkaariprosessia (mukaillen Thierry et al. 1995, s. 118)

Tässä työssä käytetään elinkaaren loppupäätä koskeviin strategioihin liittyen kirjallisuuden (Amezquita et al. 1995; Thierry et al. 1995; Ijomah et al. 1999; Gray & Charter 2007; Ryan 2014) jaottelua: uudelleenkäyttö (reuse), huolto/korjaus (service/repair), kunnostaminen (refurbishing tai reconditioning), uudelleenvalmistus (remanufacturing), kierrätys (recycling), kaatopaikka (landfill) sekä poltto (incineration). Tämä ei kuitenkaan ole ainut jaottelu, sillä osassa kirjallisuutta jätetään huolto pois elinkaaren lopun

strategioista (Asiedu & Gu 1998; Bhander et al. 2003; Remery et al. 2012) ja osassa taas ei laske kunnostamista mukaan elinkaaren lopun strategioihin (Keoleian & Menerey 1994; Fleischmann et al. 1997; Rose 2000; Jofre & Morioka 2005). Lisäksi eri strategioiden tarkoissa määrittelyissä on kirjallisuudessa pieniä eroja.

2.2.4. Elinkaaren loppupään strategiset vaihtoehdot

Uudelleenkäyttö

Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan elinkaaren loppupään vaihtoehtoa, jossa tuote tai sen moduuli käytetään uusiksi sellaisenaan. Toisten määritelmien (Rose et al. 2002, s. 84; Jofre & Morioka 2005, s. 25) mukaan sitä voidaan käyttää uudelleen vain samaan käyttökohteeseen, mutta toisten määritelmien (Bhander et al. 2003, s. 262; Remery et al. 2012, s. 424) mukaan myös johonkin toiseen käyttökohteeseen sovellus kelpaa. Esimerkiksi auton osia, kuten moottori tai penkit, voidaan siirtää käytettäväksi samassa käyttötarkoituksessa uuteen autoon. Vastaavasti auton rengas voidaan käyttää uusiksi tienpen Gerryksessä (Remery et al. 2012, s. 424). Molempien määrittelyiden kannalta olennaista kuitenkin on, ettei tuotteelle tehdä mitään muutoksia siirtäessä sitä käytöstä toiseen, mikä tekeekin siitä ympäristömielessä parhaan vaihtoehdon, koska minkäänlaista prosessointia ei vaadita (Rose 2000, s. 35).

Suomen jätelaissa on oma määritelmänsä uudelleenkäytölle. Jätelain mukaan uudelleenkäytöllä nimittäin tarkoitetaan tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen samaan tarkoitukseen kuin, mihin se on alun perin suunniteltu (Jätelaki 2011). Näin ollen jätelain mukaan uudelleenkäytön piiriin ei luettaisi uusia käyttösovelluksia. Tämä määrittely uudelleenkäytöstä vastaisi siis osan kirjallisuudesta (Rose et al. 2002, s. 84; Jofre & Morioka 2005, s. 25) käyttämää määritelmää.

Varsinaisesti uudelleenkäyttöä voidaan toteuttaa hyvin monenlaisen tapaan. Tuotteita voidaan lahjoittaa uusille käyttäjille, niitä voidaan myydä yksityisesti esimerkiksi internetin tai pihamyyntien avulla tai organisoidusti kirpputoreilla tai kierrätyskeskuksissa (Rose & Stevels 2001, s. 100). Erityisesti elektronisten laitteiden kohdalla on yleistä elinkaaren loppupään saavuttaneiden tuotteiden lähetys kehitysmaihin (Greenpeace International 2009). Tällöin tuotteet, joille ei ole käyttöä enää kehittyneissä maissa saavat uuden elämän jonkin muun henkilön käytössä. Tämä on mahdollista, koska monet tuotteet ovat vielä täysin käyttökelpoisia jonkun muun käytössä, vaikka tuotteen alkuperäinen ostaja sen hylkäisikin (Kondo & Nakamura 2004, s. 239). Ongelmana kuitenkin on, että nämä tuotteet hylätään hyvinkin nopeasti, minkä jälkeen ne hävitetään alueilla, joilla ei ole olemassa kunnollisia vaarallisten aineiden käsittelylaitoksia (Greenpeace International 2009).

Uudelleenkäytön kannalta tuotteille on olennaista kestävä ja ajaton design (Rose et al. 2002, s. 90, 129). Kun tuote on suunniteltu uudelleenkäyttöä varten, ne eivät hajoa tai kulu niin helposti ja voivat näin tyydyttää vielä toisen käyttäjän tarpeet pidemmän aikaa

(Remery et al. 2012, s. 426). Loppuun kulumisajan lisäksi olennaista tuotteelle on sen teknologiasyklin pituus (Rose 2000). Jos teknologiasykli on selvästi lyhyempi kuin loppuun kulumisaika, niin tuotteille on niiden elinkaaren loppupuolella jo kehitetty korvaavat ja paremmat tuotteet, mikä vähentää selvästi tuotteiden uudelleenkäytön potentiaalia (Rose 2000, s. 73).

Huolto/korjaus

Huolto määritellään kirjallisuudessa toimintatavaksi, jossa tavoitteena on pidentää tuotteen käyttövaihetta korjaamalla tai ylläpitämällä (Jofre & Morioka 2005, s. 25). Korjaus taas vastaavasti määritellään prosessina, jossa rikkoutunut komponentti tuodaan takaisin toiminnalliseen tilaan (Ijomah et al. 1999, s. 193). Yleisenä tavoitteena on siis palauttaa tuote takaisin toimintakuntoon (Rose et al. 2002). Korjauksessa tuotteen hajonneita osia kunnostetaan tai ne vaihdetaan uusiin. Muihin tuotteen osiin ei korjauksessa vaikuteta. Näin ollen korjaus vaatii yleensä vain vähän purkamista ja uudelleen kokoamista. Riippuen tuotteen tai koneen laadusta voidaan korjaus toteuttaa asiakkaan luona tai erillisellä korjauskeskuksella (Thierry et al. 1995, s. 118). Korjauksen myötä tuotteita ei kuitenkaan yleensä saada palautettua täysin uudenveroisiksi.

Korjauksen kannalta onkin tuotteiden suunnittelussa olennaista suunnitella tuotteet siten, että huoltoa useimmin vaativat osat tehdään muita vahvemmiksi, mutta toisaalta helposti vaihdettaviksi (Rose 2000, s. 129). Suunnittelussa keskiössä tuleekin pitää juuri nämä tietyt osat, joiden toiminta on tuotteen kannalta olennaisinta. Erääksi ratkaisuksi tähän voidaan pitää modulaarista suunnittelua (Rose et al. 2002, s. 90). Modulaarisuuden avulla pystytään helpottamaan tuotteiden purkamista, hajonneiden osien vaihtamista sekä huoltoa vaativien osien korjausta.

Kunnostaminen

Kunnostamiselle on englanninkielisessä kirjallisuudessa kaksi eri termiä, jotka tarkoittavat hieman erilaista käsittelyä. Näistä ensimmäisessä (refurbishing) tavoitteena on tuoda käytetty tuote takaisin määritellyyn laatuun, joka on yleensä alhaisempi kuin uudelta tuotteelta vaadittu laatutaso. Prosessissa käytetty tuote puretaan moduulitasolle, jonka jälkeen kaikki kriittiset moduulit tarkastetaan ja tarvittaessa korjataan tai vaihdetaan. Hyväksytyistä moduuleista rakennetaan kunnostettuja tuotteita (refurbished products). Kunnostuksen ohessa voidaan vaihtaa vanhentuneita moduuleja ja osia ja samalla parantaa tuotteen suorituskykyä päivittämällä sen osia teknologisesti kehittyneempiin. (Thierry et al. 1995, s. 119)

Toisella termillä (reconditioning) taas tarkoitetaan hieman kevyempiä toimenpiteitä tuotteen kunnon palauttamiseksi. Tällöin kunnostamisella tarkoitetaan osien ja samalla tuotteen palauttamista toiminnalliseen tai toivottuun kuntoon esimerkiksi erilaisten pintakäsittelyjen tai maalaamisen myötä (Amezquita et al. 1995, s. 271). Tässä määrittelyssä siis vaikutetaan pääasiassa tuotteen ulkoiseen olemukseen, eikä tehdä esimerkiksi osa

päivityksiä, jolloin tuotteen kuntoa ei voida saada alkuperäistä korkeammalle tasolla (Ijomah et al. 1999, s. 193).

Uudelleenvalmistus

Uudelleenvalmistus on prosessi, jossa tuote tuodaan takaisin uudenveroiseen tilaan (Fleischmann et al. 1997, s. 3). Tämä tarkoittaa käytännössä tuotteen purkamista osiin, minkä jälkeen merkittävä osa sen osista tai moduuleista käytetään uusiksi osana uutta tuotetta (Thierry et al. 1995, s. 119). Prosessin tavoitteena on saada ensimmäisellä valmistuksella materiaaleihin lisätty arvo uudelleen käyttöön (Gray & Charter 2007, s. 7). Osien kunnosta riippuen ne saattavat vaatia puhdistusta tai pientä korjausta ennen uudelleenkäyttöä osana uutta tuotetta (Remery et al. 2012, s. 424). Uudelleenvalmistusprosessin osana on mahdollista parantaa tuotteen toimintaa päivittämällä alkuperäisten osien tilalle kehittyneempää teknologiaa (Thierry et al. 1995, s. 119).

Uudelleenvalmistuksella (remanufacture) on erilaisia tiettyihin teollisuuden aloihin liitettäviä synonyymejä. Näitä ovat esimerkiksi jälleenrakennettu (rebuilt) moottoriajoneuvoissa, uudelleenladattu (recharged) kuvaantatuotteissa, uudelleenpinnoitettu (ret-read) ja uudelleenmuokattu (remoulded) rengasteollisuudessa, uudelleenkelattu (re-wound) sähköteollisuudessa, kunnostettu (overhaul) ilmailuteollisuudessa (Gray & Charter 2007, s. 9).

Uudelleenvalmistus on yritysten kannalta liiketaloudellisesti viehättävä vaihtoehto, koska sen avulla pystytään luomaan tuotteita alemmilla kustannuksilla (Ijomah et al. 1999, s. 192). Tämä johtuu siitä, että uudelleenvalmistusprosessissa pystytään hyödyntämään suuri osa materiaaleista ja tuotteisiin ensimmäisellä valmistuksella lisätystä arvosta. Näin ollen prosessissa lisätty materiaallinen arvo on hyvin pieni, koska vain vähän uusia osia käytetään. Työn osalta uudelleenvalmistus on kuitenkin kustannuksiltaan korkeaa, koska siihen sisältyy paljon testausta ja/tai osien kunnostamista.

Uudelleenvalmistusjärjestelmän vaatimuksina ovat kuitenkin tarvittava määrä vanhoja laitteita, toimiva kuljetusketju, alhaiset keräyskustannukset sekä infrastruktuuri varastointiin, joita ilman ei uudelleenvalmistus onnistu (Keoleian & Menerey 1994, s. 657). Riskinä uudelleenvalmistaville yrityksille voidaan pitää takaisin tulevien tuotteiden määrää ja laatua. Uudelleenvalmistajat tyypillisesti vastaanottavat kaikki tilaukset. Tästä johtuen alan yrityksillä on tuotteiden monimuotoisuudesta johtuen mahdotonta arvioida, onko heillä tarvittavia osia ja taitoja täyttääkseen tilauksen ennen, kuin tuotteiden rungot saapuvat. (Ijomah et al. 1999, s. 193)

Uudelleenvalmistuksen kannalta tuotteille on hyvin tärkeää niiden purku, koska menetelmän toteuttaminen vaatii tuotteiden purkamista ja uudelleenkokoamista. Keskittämällä suunnittelua purettavuuteen (design for disassembly, DFD) voidaan laskea merkittävästi tuotteen purkuun liittyviä aikoja sekä kustannuksia (Cerdan et al. 2009, s. 1639). DFD:n periaatteilla tuotteet suunnitellaan sisältämään vähemmän osia, vähemmän mate-

riaaleja sekä erilaisia pikakiinnitysmenetelmiä (Sarkis 2001, s. 674). Näiden avulla pystytään varmistamaan, että osat ja moduulit selviävät paremmin ehjinä purkutoimista, jolloin niitä pystytään käyttämään paremmin uudelleenvalmistuksessa, jolloin alkuperäisessä valmistuksessa materiaaleihin lisätty arvo voidaan hyödyntää uudestaan (Gray & Charter 2007, s. 7).

Modulaarisuus on eräs keino parantaa uudelleenvalmistettavuutta. Kun tuote suunnitellaan modulaariseksi, voidaan siitä vaihtaa vain tarvittavia komponentteja kokonaisen tuotteen sijaan (van Weenen 1995, s. 97). Näin saadaan pidennettyä yksittäisen tuotteen elinikää merkittävästi. Osien ja moduulien hyödynnettävyyteen vaikuttavat merkittävästi tuotteiden teknologia- ja kehityssykli (Masui et al. 1999, s. 2). Teknologiasyklin ollessa lyhyt vanhenevat tuotteet ja niiden komponentit nopeammin. Tällöin osien ja moduulien niiden uudelleenkäyttö on vanhentuneesta tekniikasta johtuen hankalaa, ellei jopa mahdotonta (Masui et al. 1999, s. 2).

Kierrätys

Kierrätyksessä tuotteen materiaalit käsitellään siten, että tuotteessa käytetyt materiaalit palautetaan niiden raakatilaan eli niistä poistetaan alkuperäisessä valmistuksessa tuotetu työstön myötä tullut lisäarvo (Gray & Charter 2007, s. 10). Prosessin tavoitteena on siis saada käytetyt materiaalit uudestaan käyttöön (Thierry et al. 1995, s. 120). Kierrätystä voidaan toteuttaa jo tuotteen valmistuksen aikana, jolloin tuotantojätettä kierrätetään raaka-aineeksi tuotantoprosessiin (Ulrich & Eppinger 2012, s. 232).

Kierrätys eroaa siis merkittävästi uudelleenkäytöstä ja –valmistuksesta sekä huollossa, joissa tavoitteena oli pitää mahdollisimman hyvin tuotteen ja sen komponenttien identiteetti ja toiminnalliset ominaisuudet ennallaan. Kirjallisuudessa (Sarkis 2001, s. 672) on myös ilmaistu, että kierrätys, uudelleenvalmistus ja uudelleenkäyttö voidaan sitoa yhden yleistermin, kierrätyksen, alle, missä eri käytännöt nähdään vain eriasteisina tasoina toteuttaa samaa toimintaa.

Osassa kirjallisuutta (Rose et al. 2002; Remery et al. 2012) jaotellaan kierrätys tarkemmin kahteen eri kategoriaan: kierrätykseen tuotteen purkamisen kanssa tai ilman sitä. Purkumenetelmällä toimiessa tuotteessa materiaalit erotellaan ennen kierrätystä, mikä mahdollistaa niiden käyttämisen materiaalin käytön sen alkuperäiseen käyttötarkoitukseen. Ilman purkua toimiessa taas tuote silputaan tai murskataan, minkä jälkeen eri materiaalit vasta kerätään erilleen.

Suomen jätelain määritelmän mukaan jätteiden kierrätys on toimintaa, jossa jäte valmistetaan tuotteeksi, materiaaliksi tai aineeksi joko alkuperäiseen tai muuhun tarkoitukseen (Jätelaki 2011). Tähän eivät kuulu jätteen hyödyntäminen energiana tai muuntaminen polttoaineeksi tai maantäyttöön käytettäväksi aineeksi. Kirjallisuudessa (Remery et al. 2012, s. 424) maantäyttöön käyttö luettiin tietyin ehdoin jopa tuotteen uudelleenkäyttöksi, mikä eroaa merkittävästi jätelain määritelmästä.

Kierrätyksen tehokkuus ja kannattavuus riippuu monista seikoista. Esimerkiksi purun helppoudella, materiaalien tunnistettavuudella, yksinkertaisella tuoterakenteella ja materiaalien valinnalla ja yhteensopivuudella (Keoleian & Menerey 1994, s. 658) ja on vaihtokutsia kierrätettävyyden tehokkuuteen. Kannattavuuden osalta yksittäisen tuotteen kierrätettävyyden riippuu pitkälti siitä, minkälaisista materiaaleista se koostuu (Tanskanen 2013, s. 1003, 1008). Toisia materiaaleja on kannattavampaa ja helpompaa kierrättää kuin toisia materiaaleja ja voidaankin yleisesti todeta, että materiaalit, joilla on suurimmat ympäristövaikutukset, ovat myös usein kalleimpia materiaaleja hankkia (Cerdan et al. 2009, s. 1642). Tämä näkyy esimerkiksi metallien kierrätyksessä, jossa kierrätysaste on korkealla tasolla (Kondo & Nakamura 2004, s. 238; Tilastokeskus 2013). Kierrätysprosessit kuitenkin kehittyvät jatkuvasti, jolloin kierrätyksen tehokkuutta ja kannattavuutta on mahdollista kasvattaa.

Lisäksi kierrättämällä saavutetut edut energiankäytöllisesti ja päästöpuolella vaihtelevat hyvin paljon eri tuotteiden välillä, mikä vaikuttaa merkittävästi kierrätyksen kannattavuuteen. Erityisesti metallien kierrätyksellä saadaan aikaan merkittäviä energiankäytöllisiä hyötyjä (Gaustad et al. 2010, s. 287), esimerkiksi kierrätysraaka-aineista valmistettuun alumiinitölkkiin kuuluu noin 90 % vähemmän energiaa kuin uuteen tölkkiin (Ilmasto-opas 2014). Vastaavasti kierrätyspaperia hyödyntämällä käytetään 70 % vähemmän energiaa neitseelliseen raaka-aineeseen verrattuna. (European Commission 2014).

Kehittyneissä maissa kierrätykseen on omat vain kierrätystä varten rakennetut laitokset. Kehitysmaissa taas kierrätys hoidetaan käsin romuttamoilla, usein jopa lasten toimesta (Greenpeace International 2009). Kierrätyksen käytön suosio vaihtoehtona on kyseenalainen, kuin myös siihen kannustaminen, sillä verrattuna edellä mainittuihin muihin vaihtoehtoihin, on kierrätyksessä saatava taloudellinen arvo pienin. Monissa tapauksissa, kuten polymeerien kohdalla, on ongelmana, että kierrätyksen kautta saatujen materiaalien arvo on merkittävästi vähemmän neitseellisiin materiaaleihin verrattuna. (Linton & Jayaraman 2005, s. 1816)

Poltto

Elinkaaren loppupään vaihtoehtoista polttamisen tarkoituksena on hävittää tuotteet polttamalla samalla luoden energiaa (Remery et al. 2012, s. 424). Menetelmää käytetään yleisesti korkeaenergiapitoisten tuotteiden, kuten muovien loppukäsittelyssä. Elektronista jätettä polttamalla vapautuu ilmakehään raskasmetalleja, kuten lyijyä ja elohopeaa. Nämä taas päätyvät luonnon kierron kautta ravintoketjuun, erityisesti kaloihin, ja näin lopulta ihmisten kehoihin (Greenpeace International 2009). Lisäksi polttamisen yhteydessä vapautuu monia muitakin aineita, jotka ovat haitallisia ympäristölle sekä ihmisille (Tanskanen 2013, s. 1003).

Polttamisella on omat ympäristönäkökulmalliset etunsa kaatopaikkakäsittelyyn verrattuna. Polttamisen kautta on mahdollista tuottaa merkittävästi enemmän sähköä kuin kaa-

topaikkakäsittelyllä. Polttamisen myötä jätteistä vapautuu merkittävästi vähemmän metaanipäästöjä sekä muita orgaaniseen aineeseen liittyvien kaasupäästöjä kaatopaikkakäsittelyyn verrattuna. (Assamoi & Lawryshyn 2012, s. 1029)

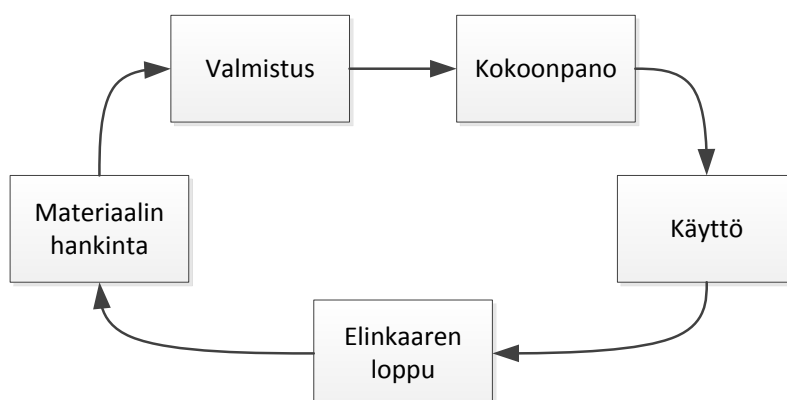
Kaatopaikka

Kaatopaikkakäsittelyllä tarkoitetaan prosessia, jossa tuotteet tai jätteet lähetään suoraan kaatopaikalle. Prosessiin tulisi kuitenkin kuulua lajittelua, jolla varmistetaan, ettei kaatopaikalle pääse ympäristölle hyvin haitallisia aineita. Kaatopaikkakäsittelylle on lisäksi tyypillistä, että muiden käsittelyjen, kuten kierrätyksen, jälkeen hyödyntämättä jääneet aineet sijoitetaan kaatopaikoille. (Kondo & Nakamura 2004, s. 238)

Kaatopaikka ei ole kaupallisesti eikä ympäristöllisesti kestävä vaihtoehto, mutta silti se on yleisimmin käytetty elinkaaren loppupään valinta (Remery et al. 2012, s. 424). Kestävän ympäristön ja yhteiskunnan kannalta tulisi sitä vaihtoehtoa aina välttää (Tanskanen 2013, s. 1004). Kaatopaikkojen ongelmana on, että niiden kautta pääsee maaperään haitallisia aineita. Tämän vuoksi monissa Euroopan maissa onkin lainsäädännöllisesti määrätty, ettei vaarallisia aineita saa tyhjentää kaatopaikoille. Kehitysmaissa vastaavat käytännöt kuitenkin ovat harvemmin käytössä (Greenpeace International 2009).

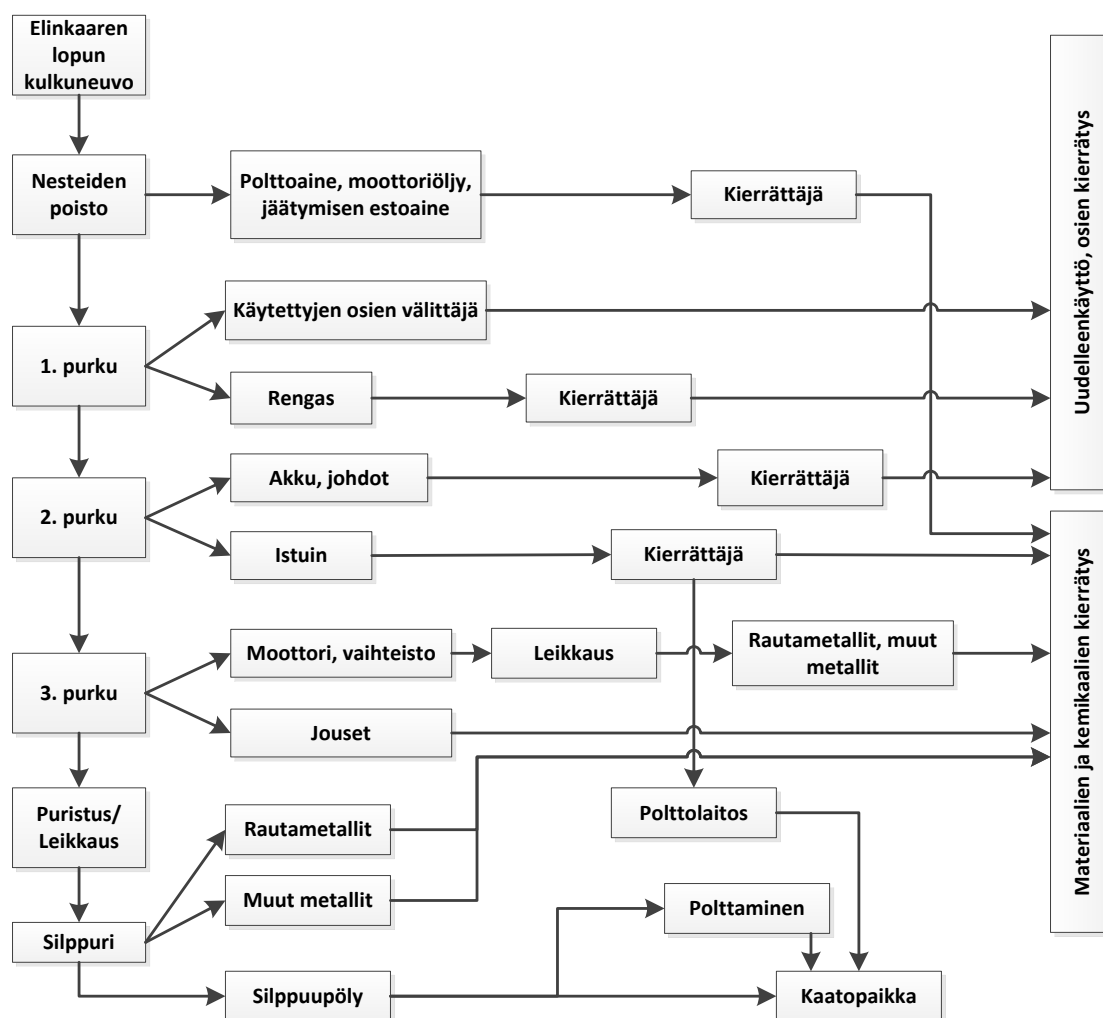
Yhteenveto

Erilaisilla elinkaaren lopun strategioilla on pääasiallisena tavoitteena pitää materiaalit kierrossa ja koittaa hyödyntää mahdollisimman hyvin tuotteen valmistuksessa luotu lisäarvo materiaaleihin ja tuotteisiin. Mitä pienemmällä prosessoinnilla tuote saadaan uudelleen käyttöön, sitä parempi asia se yleensä ympäristön kannalta on. Joissakin tapauksissa on kuitenkin olennaista saada esimerkiksi vaarallisia aineita sisältävät tai käytössä energiatehottomat tuotteet pois kierrosta ja korvata ne paremmilla vaihtoehdoilla. Yleisenä tavoitteena on siis kuvan 9 mukainen kiertotalous eli tila, jossa resurssit säilytetään taloudessa silloinkin, kun tuote on saavuttanut käyttöikänsä lopun (Ympäristöministeriö 2015).



Kuva 9. Kiertotalous

Nykyisellään on kuitenkin vain rajattu määrä mahdollisia elinkaaren lopun käsittelytapoja (Remery et al. 2012, s. 439), mikä yhdessä tuotedesignien kanssa rajoittaa täydellisen kiertotalouden toteuttamista. Toisaalta on huomioitava, että käytännön elämässä elinkaaren lopun käsittelyt ovat monille tuotteille hyvinkin monimutkaisia toimenpiteitä, joihin kuuluu useita erilaisia työvaiheita. Kuvassa 10 on esitetty esimerkkinä tästä ajoneuvon elinkaaren loppuun liittyviä käsittelyjä.

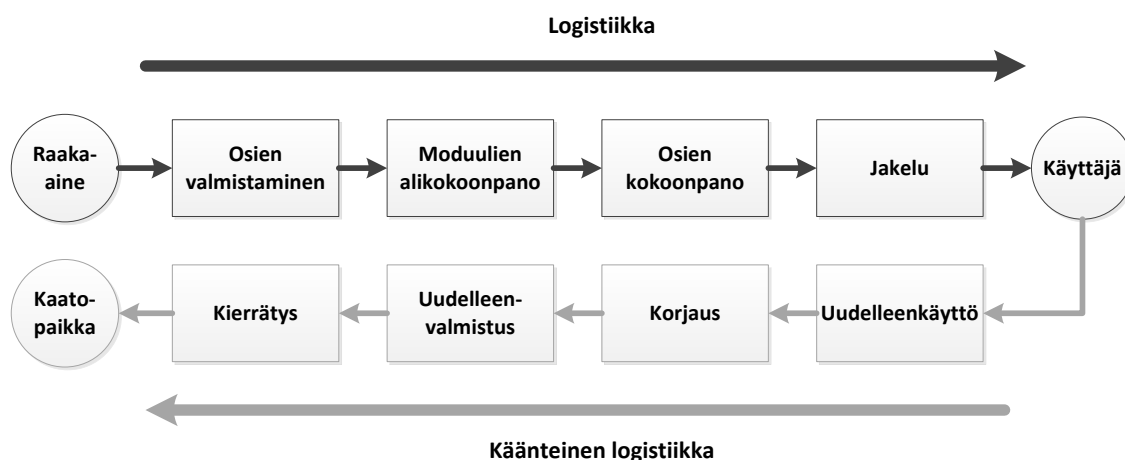


Kuva 10. Käytännön esimerkki tuotteen elinkaaren lopun käsittelystä (mukaillen Kumar & Putnam 2008, s. 308)

Mallista on nähtävissä ajoneuvo käy läpi nesteiden poiston, kolme purkukierrosta, puristusta, leikkausta sekä silppuamista. Näiden toimenpiteiden avulla saadaan ajoneuvosta erilleen erilaiset osat ja materiaalit niiden vaatimiin jatko-toimenpiteisiin. Ajoneuvon kohdalta on huomattavissa, että sen osalta käydään läpi useita elinkaaren lopun vaihtoehtoja: osien uudelleenkäyttöä ja tätä kautta uudelleenvalmistusta, osien kierrätystä, materiaalien ja kemikaalien kierrätystä, polttoa sekä kaatopaikkaa. Lisäksi ajoneuvot käyvät ennen tätä käsittelyä usein läpi tuotteen kokonaan uudelleenkäytön ajoneuvon siirtymässä omistajalta toiselle.

2.2.5. Käänteinen logistiikka

Elinkaaren loppupään käsittelyiden kannalta olennainen osa prosessia on toimitusketju tai tarkemmin käänteinen logistiikka (reverse logistics). Ilman toimivaa verkostoa päätyvät monet tuotteet kaatopaikoille, vaikka niistä olisi mahdollista prosessoida vielä erilaisin menetelmin uusia toimivia tuotteita. Tärkeää on käänteisen logistiikan nopeus (Kusumastuti et al. 2004, s. 1239). Erityisesti korkean teknologian tuotteiden kohdalla tekniikka kehittyy hyvin nopeasti, minkä vuoksi tuotteet vanhenevat nopeasti. Näin ollen logistiikan tulee olla tehokasta ja sujuvaa, jotta tuotteilla olisi vielä arvoa käsittelyn jälkeen. Kuvassa 11 on esitettyä perinteinen eteenpäin kulkeva logistiikka ja käänteinen logistiikka rinnakkain.



Kuva 11: Logistiikka ja käänteinen logistiikka (mukaillen Hanafi et al. 2008, s. 368).

Käänteistä logistiikkaa voidaan toteuttaa hyvinkin erilaisin menetelmin. Esimerkiksi Hanafi et al (2008, ss. 381-382) kävivät elektronisia laitteita koskevia tutkimuksissaan läpi neljää eri keräysmenetelmää. Ensimmäisessä menetelmässä asiakkaat toivat itse tavarat ennalta määritellyille keräyspaikoille. Toisessa ja kolmannessa menetelmässä noudettiin aikataulutettua ja päivystyksen kautta toimivaa takaisinkeruuta, jota yleensä hoitaa jokin paikallisen hallinnon organisaatio. Neljännessä tavarat postitettiin takaisin laitevalmistajille. Kondo & Nakamura (2004, s. 239) vastaavasti painottavat samojen logistiikkakanavien käyttöä sekä uuden laitteen kuljetukseen että vanhan poisviemiseen.

Kusumastuti et al (2004, s. 1239) mukaan tuotteiden takaisinottoa voidaan motivoida kolmella eri menetelmällä. Ensimmäisenä on lainsäädäntö, jonka puitteissa valmistajille voidaan määritellä erilaisia vastuuta tuotteen koko tuotteen elinkaaren ajaksi. Toisena motivoijana on mahdollisuus saada aikaan taloudellista hyötyä takaisinoton myötä. Kolmantena ovat asiakkaat, jotka ovat ympäristötietoisia ja ovat valmiita maksamaan ympäristöarvoista. Lisäksi tuotteiden takaisinkeruu antaa yrityksille mahdollisuuden tarkastella tuotteidensa käyttöä ja sen aikaista kulumista parantaakseen tuotteiden laatua (Rose 2000, s. 9).

Lainsäädännölliseen motivaatioon otetaan kantaa myös muussa kirjallisuudessa. Tanskanen (2013, s. 1004) kirjoittaa, että useissa maissa valmistajia pakotettu EPR:n (extended producer responsibility) kautta huolehtimaan tuotteista myös niiden elinkaaren lopussa. Azzone & Noci (1998, s. 104) taas ottavat esille Saksan, jossa yrityksiä koskee Töpfer-laki, jonka mukaan yritysten tulee kerätä takaisin tuotteiden pakkaukset niiden elinkaaren lopussa. Tämä voidaan nähdä kulueränä, mutta toisaalta se avaa liiketoimintamahdollisuuksia sekä pakottaa valmistajia suunnittelemaan tuotteensa siten, että niiden elinkaaren lopun käsittely olisi helpompaa.

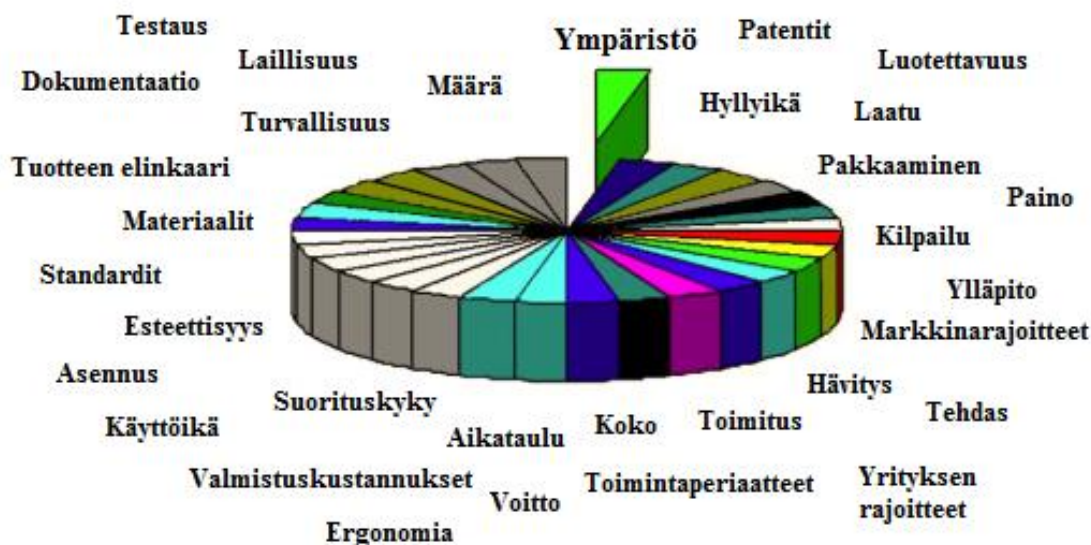
2.3. Elinkaaren loppupään suunnittelu ja sitä koskeva päätöksenteko osana innovaatioprosessia

Tässä luvussa kuvataan elinkaaren loppupäätä koskevaa päätöksentekoa innovaatioprosessin aikana. Pohjustuksena tähän käydään aluksi yleisesti ympäristöteemoja osana tuotekehitystä, minkä jälkeen esitellään erilaisia suunnitteluperiaatteita. Tämän jälkeen käydään läpi erilaisia ympäristösuuntautuneita työkaluja, elinkaaren loppua koskevia työkaluja sekä erityistarkasteluna LCA:ta. lopuksi tarkastellaan vielä elinkaaren loppupään asioihin liittyviä ongelmia suunnittelun, työkalujen ja arvioinnin sekä käytäntöjen näkökulmasta.

2.3.1. Ympäristöasiat innovaatioprosessissa

Ympäristöasiat ovat kaikkienensa suhteellisen uusi ilmiö osana kehitysprosessia (Millet et al. 2007, s. 340). Lisäksi ympäristöasioihin keskittyminen on tuotekehityksessä myös aikaisemmin keskittynyt valmistukseen ja käyttövaiheeseen, koska ne ovat ympäristövaikutuksiltaan useilla tuotteilla elinkaaren vaiheista merkittävimmät (Zwolinski et al. 2006, s. 1334). Elinkaaren loppupää on kuitenkin ympäristön kannalta olennainen vaihe. Suunnittelemalla tuotteet elinkaaren loppupään asiat huomioiden voidaan tuotteiden elinkaaria pidentää sekä antaa tuotteille ”uudet elämät” (Zwolinski et al. 2006, s. 1334). Näin vältetään siltä, että tuotteet suunniteltaisiin vain hävitystä varten (Millet et al. 2007, s. 340).

Kierrätys ja muut vaihtoehdot on syytä ottaa huomioon tuotekehityksessä, mutta ne eivät kuitenkaan saa alkaa dominoida koko kehitysprosessia, koska ympäristövaatimukset eivät ikinä saa olla ainoa prioriteetti (Luttrupp & Lagerstedt 2006, s. 1397). Kuvassa 12 on kuvattu tuotekehityksen eri elementtejä piirakkamallina, josta on nähtävissä, että ympäristöasioiden huomioonottaminen on vain pieni osa koko prosessia.



Kuva 12: Ympäristöasiat osana tuotekehityspiirakkaa. Muokattu lähteestä Luttropp & Lagerstedt (2006, s. 1398).

Tuotekehityksen laajuudesta asettaakin merkittäviä haasteita ympäristöasioiden kannalta, ja niihin ei ole vielä kiinnitetty paljoakaan huomiota, sillä monet muut asiat koetaan paljon tärkeämmiksi tuotteen menestymisen kannalta (Millet et al. 2007, s. 340). Esimerkiksi materiaalien, kokoonpano sekä jakelun kustannuksia on pyritty minimoimaan, kun taas korjaukseen, uudelleenkäyttöön ja jakeluun ei kiinnitetä huomiota, koska ei uskota, että tämä luo tarpeeksi lisäarvoa kattamaan siihen koituneita kustannuksia (Thierry et al. 1995, s. 114). Tähän mentaliteettiin on yritysten puolelta kuitenkin ajan myötä tullut muutosta muun muassa lainsäädännön asettaman paineen myötä. Erityisesti kasvaneet kaatopaikkakustannukset ovat olleet merkittävä vaikuttava tekijä (Thierry et al. 1995, s. 115).

Ympäristölliset asiat ja parannukset voidaan nähdä innovaatioprosessissa motivoivana tekijänä. Ne voivat kannustaa tuotekehittäjiä kekseliäisyyteen ja kannustavat ajattelemaan ”laatikon ulkopuolelta” (Rose 2000, s. 53). Kannustavana tekijänä tärkeässä osassa ympäristöasioiden ja muiden kestävä kehityksen teemojen ajamisessa mukaan tuotekehitykseen on ylimmän johdon tuki (Johansson 2002, s. 100), mikä oli mahdollista nähdä osana uusien konseptien kehitysmallia (Koen et al. 2002).

Ympäristön kannalta tärkeimpiä päätöksiä tehdään hyvin aikaisissa vaiheissa tuotekehitystä, sillä tietyn pisteen jälkeen ei kriittisiin ominaisuuksiin ympäristötehokkuuden kannalta pysty enää vaikuttamaan (Simon et al. 2000, s. 372). Samaan tapaan elinkaaren loppupään vaihtoehdot määrittelevät valinnat tehdään aikaisissa vaiheissa tuotekehitystä (Linton et al. 2007, s. 1079). Tämän vuoksi ympäristöasiat onkin tärkeää ottaa mukaan suunnitteluprosessiin niin aikaisessa vaiheessa kuin mahdollista, jotta niiden vaikutukset lopputulokseen olisivat mahdollisimman suuret (Frei 1998, s. 20; Kobayashi 2006, s.

113; Cerdan et al. 2009, s. 1639). Näin voidaan saavuttaa suurimmat potentiaaliset vaikutukset sekä säästöt.

Elinkaaren loppupäätä koskin purku- ja kierrätysmetodeille pidetään tuotekehityksessä pienen prioriteetin aiheina verrattuna esimerkiksi tuotteen elinkaaren kokonaispituutta koskeviin asioihin (Knight & Jenkins 2009). Näin ollen niitä ei nähdä tuotekehitysprojektin kannalta relevanteimpina kehityskohteina. Toisaalta on hyvin tuotekohtaista, mihin ympäristöasiaan tulisi kiinnittää huomiota (Knight & Jenkins 2009). Kuluttajapuolella elinkaaret ovat hyvin lyhyitä, jolloin suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten ovat tärkeitä. Teollisuuslaitteistossa taas on tärkeää pitkä elinikä ja huollettavuus.

2.3.2. Näkökulmia ekologiseen suunnitteluun

Perinteisesti tuotteilla on ajateltu olevan selkeä elinkaari ”kehdosta hautaan” ja tuotteet on suunniteltu sen mukaisesti. Tällöin pääpaino suunnittelussa on ollut tuotannon ja käytön kohdalla ympäristöasioiden huomioon ottaminen kannalta. Tuotekehityksessä on kuitenkin alettu huomioida elinkaarta laajemminkin kattaen kaikki siihen kuuluvat osat ja niihin liittyvät ympäristöasiat. Kokonaisuutena tuotekehittäjillä onkin ollut tavoitteena kehittää tuotteita, jotka täyttävät asiakkaiden tarpeet pienimmällä ympäristöllisellä ja ekonomisella kustannuksella (Luttrupp & Lagerstedt 2006, s. 1397).

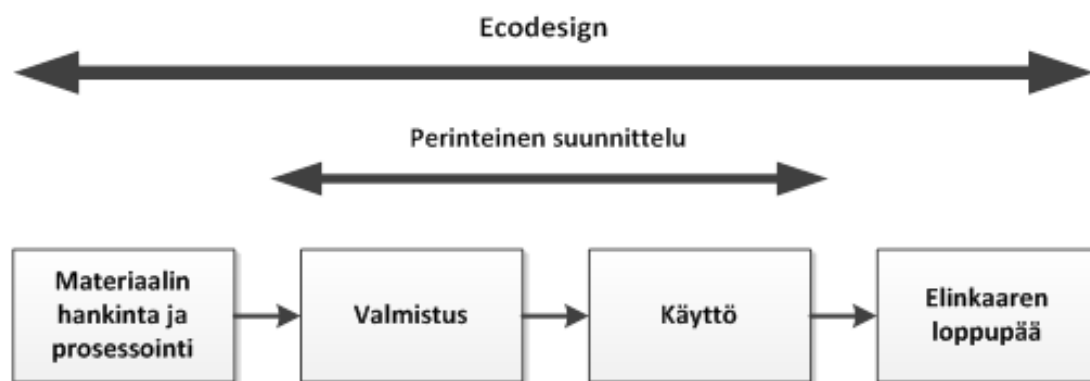
Elinkaariajattelun rinnalle on syntynyt ajatusmalleja, jossa materiaali onkin jatkuvassa kierrossa. Yleisnimityksenä tällaista toimintaa voidaan kutsua kiertotaloudeksi, jonka pääideana on säilyttää resurssit taloudessa silloinkin, kun tuote on saavuttanut käyttöikänsä lopun (Ympäristöministeriö 2015). Siirtyminen uusiin toimintatapoihin ei kuitenkaan ole helppoa, vaan se vaatii tuotteen suunnittelun muuttamisen lisäksi täysin uudenlaisia liiketoiminta- ja markkinointimalleja sekä muutosta kuluttajakäyttäytymisessä (Ympäristöministeriö 2015).

Ympäristösuuntautunut suunnittelu (DfE / Ecodesign)

DfE (Design for Environment) tarkoitetaan suunnitteluprosessia, jossa ympäristöasiat otetaan mukaan osaksi tuotekehitysprosessia (Keoleian & Menerey 1994, s. 650), ja jossa tuotteen ympäristöominaisuudet, kuten kierrätettävyyden, purettavuuden, ylläpito, kunnossato ja uudelleenkäyttö, nähdään suunnittelutavoitteina eikä rajoitteina (Ashley 1993, s. 53). Näistä erityisesti tuotteen purettavuus ja eri materiaalien kierrätettävyyden yhdessä ovat ecodesignin tärkeimpiä osia (van Weenen 1995, s. 96). Toisaalta DfE voidaan yleisimmin määritellä systemaattiseksi prosessiksi, jossa yritys suunnittelee tuotteensa ja prosessinsa toimimaan ympäristötietoisesti (Lenox et al. 1996, s. 25).

Ecodesignin kokonaisvaltaisuutta voidaankin esittää hyvin kuvan 13 kaltaisesti. Perinteisessä suunnittelussa on keskitytty tuotantoon ja käyttöön, mutta ecodesign ottaa huomioon kaikki tuotteen elinkaaren vaiheet. Tämä on ympäristöasioiden kannalta tärkeää, koska tuotteilla on erilaisia vaikutuksia eri vaiheissa elinkaartaan. Juuri millään tuotteel-

la ei ole merkittäviä ympäristövaikutuksia kaikissa elinkaaren vaiheissaan, mutta melkein jokaisella tuotteella on merkittävä ympäristöjalanjälki ainakin yhdessä näistä vaiheista (Dangelico & Pujari 2010, s. 472). Ecodesignin osalta on kuitenkin huomioitava, että se ottaa huomioon vain ympäristöasiat, eikä siis kata muita kestävän kehityksen teemoja (Knight & Jenkins 2009, s. 550).



Kuva 13: *Eco-design (mukaillen Calow et al. 2001, s. 8)*

Terminologisesti ympäristösuuntautuneen tuotekehityksen on kokenut muutoksia. Alun perin käytettiin termiä ”green design”, jonka tilalle ovat kuitenkin myöhemmin tulleet ecological design, environmentally sound/sensitive design, ecodesign, DfE, environmentally responsible design (Baumann et al. 2002, s. 413), clean design sekä environmentally conscious design (Bhander et al. 2003, s. 259). Myöhemmin ajatusmaailma on vielä laajentunut kattamaan ympäristöasioiden lisäksi muita kestävän kehityksen teemoja. Tämä tuotekehityksen terminologian muutos vihreästä ekologisen kautta kestäväksi kuvaa hyvin sitä, mikä teema on milläkin ajanhetkellä ollut tärkeä (Baumann et al. 2002, s. 413). Samalla se kuvaa yleisen ajatusmaailman laajentumista. Toisaalta käsitteily-ympäristöllä on vaikutusta siihen, mitä termejä käytetään. Business-tietokannoissa käytetään usein termiä ”green”, kun taas insinööreille suunnatuissa tietokannoissa käytetään useammin termiä ”environmental” (Baumann et al. 2002, s. 413).

Elinkaaren lopun kannalta DfE liittyy olennaisesti suunnittelu elinkaaren loppupään vaihtoehtoja kohtaan. Design for Remanufacture, Reuse & Recycling -toiminnassa (Df3R) otetaankin kokonaisvaltaisesti nämä asiat huomioon, mutta suunnittelussa voidaan keskittyä vain esimerkiksi uudelleenkäyttöön (DfRu), uudelleenvalmistukseen (DfRem) tai kierrätykseen (DfR) (Arnette et al. 2014, s. 377).

Kestävä suunnittelu (Design for Sustainability, Sustainable design)

Design for Sustainability (DfS tai D4S) on suunnittelutapa, joka ottaa huomioon kestävän kehityksen kolmikannan: ympäristö, ihmiset ja talous (Crul et al. 2009, s. 23). Näin ollen DfS:n tavoitteena on luoda tuotteita, jotka ovat parempia ihmisille ja yhteiskunnalle, joilla on pienempi vaikutus ympäristöön ja jotka ovat taloudellisesti kannattavia yri-

tyksille ja yhteisölle (Crul et al. 2006). Näin ollen DfS on hieman laajempi näkemys tuotesuunnitteluprosessiin verrattuna DfE:hen lisäten suunnitteluun myös sosiaalisen ja yhteiskunnallisen vastuun sekä huomioiden taloudellisen puolen DfE:tä selkeämmin.

Kestävä suunnittelu voidaan tiivistää perustuvan seitsemään periaatteeseen, joista jokaisen tuotteen kohdalta valitaan tärkeimmät kohdat kehitykselle (Crul et al. 2006, s. 66; Crul et al. 2009, s. 64):

1. Pienen ympäristövaikutusten materiaalien valinta
2. Materiaalienkäytön vähentäminen
3. Tuotantotekniikoiden optimointi
4. Jakelujärjestelmien optimointi
5. Ympäristövaikutusten vähentäminen käytön aikana
6. Tuotteen elinkaaren pituuden optimointi
7. Elinkaaren lopun järjestelmien optimointi

Näistä periaatteista kohta 7 ”Elinkaaren lopun järjestelmien optimointi” koostuu useasta osasesta. Optimoinnissa tulee ottaa huomioon tuotteiden uudelleenkäytön mahdollisuudet, uudelleenvalmistaminen ja kunnostus, materiaalien kierrättäminen, turvallinen polttaminen sekä paikallisten keräys- kierrätysjärjestelmien toiminta (Crul et al. 2009, s. 66).

Kokonaisuudessaan DfS on kuitenkin laaja kokoelma erilaisia suunnitteluaspekteja, joita tuotesuunnittelun aikana voidaan ottaa huomioon. Näistä laajemmin tietoa löytyy esimerkiksi Arnette et al. (2014) katsauksesta aiheen kirjallisuuteen. Elinkaaren loppupään käsittelyillä on kuitenkin selkeä rooli osana kestävää tuotesuunnittelua.

Kehdosta kehtoon (Cradle to Cradle, C2C)

Cradle to Cradle on McDonoughin ja Braungartin (2002) tunnetuksi strategiamalli, jonka tavoitteena on suunnitella tuotteet siten, että ne toimisivat elinkaarensa loppuessa toisten tuotteiden ravintona (de Pauw et al. 2013, s. 47). Näin materiaalit pysyisivät kierrossa. C2C-malliin kuuluu, että se ei määrittele millään tasolla tuotteiden hävitysvaihtoehtoja, koska C2C:n lähtökohdan mukaan kaikki tuotteet tulee suunnitella siten, että niistä tulee joko teknisiä tai biologisia ravintoaineita (Bjørn & Hauschild 2011, s. 601). C2C-malliin kuuluu olennaisesti, että koko järjestelmä saa energiansa uusiutuvi- ta energiamuodoista (McDonough et al. 2003, s. 435) sekä että pyritään luomaan hyvää sen sijaan, että vain välteltäisiin pahan tekemistä (Bjørn & Hauschild 2011, s. 599).

C2C-designin taustalla on kolme pääperiaatetta ”jätteet vastaavat ruokaa”, ”käytetään aurinkoenergiaa” sekä ”arvostetaan monimuotoisuutta” (McDonough et al. 2003, s. 436). ”Jätteet vastaavat ruokaa”-periaatteen taustalla on, että kaikki tuotteet tulisi suunnitella siten, että niitä on mahdollista käyttää elinkaarensa lopussa ravintona uusille tuotteille. Aurinkoenergian käyttöön sisältyy ideologian mukaan suoraan aurinkoenergi-

an kerääminen aurinkopaneelein, mutta myös epäsuoran aurinkoenergian, kuten tuuli-voiman hyödyntäminen. Monimuotoisuuden arvostamisen taustalla on ajatus, että terve ekosysteemi koostuu moninaisista erilaisista elävistä organismeista, joista jokaisella osasella on oma ainutlaatuinen tehtävänsä osana koko järjestelmää. Taulukossa 3 on esitettyä C2C-ajatusmaailmaan kuuluvat 12 periaatetta vihreään suunnitteluun ja toimintaan.

Taulukko 3. C2C:n 12 periaatetta vihreälle suunnittelulle ja toiminnalle (McDonough et al. 2003, s. 437).

Periaate	Kuvaus
Periaate 1	Suunnittelijoiden tavoitteena on varmistaa, että kaikki materiaali- ja energiasyötteet ja –tulokset ovat niin vaarattomia kuin mahdollista.
Periaate 2	On parempi ennalta ehkäistä jätteiden syntyä, kuin käsitellä tai puhdistaa jätteitä niiden muodostumisen jälkeen.
Periaate 3	Erottelu- ja puhdistustoiminnot tulisi suunnitella minimoimaan energian- ja materiaalinkäyttö.
Periaate 4	Tuotteet, prosessit ja järjestelmät tulisi suunnitella maksimoimaan massa-, energia-, tila- ja aikatehokkuus.
Periaate 5	Tuotteiden, prosessien ja järjestelmien tulisi suunnitella tuottovetoisiksi syöttötyöntöisyyden sijaan.
Periaate 6	Upotettu entropia ja monimutkaisuus tulee nähdä sijoituksena, kun tehdään suunnitteluvalintoja kierrätyksen, uudelleenkäytön tai suotuisan hävityksen suhteen.
Periaate 7	Tavoiteltu kestävyys, ei kuolemattomuus, tulisi olla suunnittelutavoite.
Periaate 8	Ratkaisun tarpeeton kapasiteetti tulisi nähdä virheenä suunnittelussa.
Periaate 9	Materiaalien monimuotoisuus tuotteissa tulisi minimoida purettavuuden ja arvonsäilytyksen vuoksi.
Periaate 10	Tuotteet, prosessit ja järjestelmät tulee suunnitella saatavilla oleviin materiaali- ja energiavirtoihin sopiviksi.
Periaate 11	Tuotteet, prosessit ja järjestelmät tulee suunnitella siten, että ne toimivat kaupallisesti elinkaarensa loputtua.
Periaate 12	Materiaalin- ja energiankäytössä tulisi suosio uusiutuvuutta kuluttavan sijaan.

Haasteena C2C:n mukaisessa suunnittelussa on, että se saattaa vaadita tuotesuunnittelijoilta täysin uudenlaisten menettelytapojen omaksumista (de Pauw et al. 2013, s. 52). Lisäksi ongelmina projekteissa saattaa olla, että ei yksinkertaisesti ole vielä olemassa materiaaleja, joilla saataisiin aikaan suljettu kierto (de Pauw et al. 2013, s. 51). Tähän kuitenkin saattaa tulla muutosta, kun uusia materiaaleja kehitetään. C2C-toiminnassa on de Pauw et al. (2013, s. 52) mukaan ongelmana myös se, että projekteissa saattaa fo-

kuksena olla vain yksi C2C:n periaatteista ja muita jätetään pois, koska ne koetaan liiallisina rajoitteina.

Cradle to Cradle on jo ajatusmaailmana käytössä joissakin yrityksissä ja Cradle to Cradle Products Innovation Institute (2015) ylläpitämältä listalta löytyy useilta eri toimialoilta C2C-periaatteiden mukaisesti tuotettuja tuotteita. Toisaalta C2C on vain yksi tapa toteuttaa kiertotaloutta, jota hyödynnetään yleisemmällä tasolla enemmän ja sen odotetaan myös kasvavan merkittävästi tulevina vuosina. Esimerkiksi Euroopan komissio (2015) on ennustanut, että kiertotalouden avulla voidaan saada aikaan jopa 600 miljardin euron vuotuiset säästöt EU-yrityksissä.

2.3.3. Ekologisen suunnittelun ja elinkaaren loppupään työkaluja

Liitteessä A on taulukossa listattuna erilaisia kirjallisuudesta löytyneitä ekologisen suunnittelun työkaluja ja. Liitteen taulukossa on käytetty apuna Byggeth & Hochschornerin (2006), Birch et alin (2012) ja Bovea & Perez-Beloksen (2012) listauksia ekologisen suunnittelun työkaluista. Tarkasteltavaksi taulukkoon on valittu ekologisen suunnittelun työkaluja, joissa on myös elinkaaren lopun arviointia ja mittaamista.

Liitteen taulukosta yleishuomiona on nähtävissä, että kirjallisuudesta löytyy laaja valikoima erilaisia työkaluja ympäristöasioiden arvioimiseen. Nämä työkalut eroavat toisistaan runsaasti toimintamenetelmiltään ja vaatimuksiltaan. Listan työkaluista osa perustuu suhteellisen yksinkertaistenkin tarkistuslistojen huomioimiseen tuotteita suunniteltaessa, kun taas toiset vaativat monimutkaisten ohjelmistojen käyttöä osana kehitysprosessia. Osa työkaluista vaatii erityistä perehtymistä ja ammattitaitoa, kun taas toiset työkalut ovat selkeästi kevyempiä käyttää. Lisäksi työkalut keskittyvät erilaisiin aspekteihin ympäristöasioihin liittyen ja työkaluja hyödynnetään erilaisissa vaiheissa innovaatio- ja kehitysprosessia. Onkin hyvin toimintaympäristösidonnaista, minkälaisen työkalun käyttäminen on perusteltua ja tilanteeseen sopivinta.

Taulukkoon 4 on vastaavasti kerätty työkaluja, jotka koskevat erityisesti elinkaaren loppupäätä.

Taulukko 4. Erilaisia elinkaaren loppupäätä koskevia työkaluja

Työkalu	Tarkoitus/tehtävä
REmanufacturing PROduct PROfiles (REPRO ²) (Zwolinski et al. 2006; Gehin et al. 2008)	<p>Työkalu, jolla voidaan mitata tuoteprofiilien uudelleenvalmistettavuutta. Työkaluun syötetään arvoja sisäisiin ja ulkoisiin kriteereihin perustuen. Syötettävien arvojen määrä ei ole vakio ja se riippuukin tuotteen kehityksen vaiheesta. Tuloksena työkalu antaa profiilit jotka vastaavat parhaiten uudelleenvalmistettavuuden kriteereihin.</p> <p>Työkalun etuna on, että sitä voidaan käyttää jo aikaisimmissa vaiheissa suunnitteluprosessia. Toisaalta työkalun suurimpana rajoitteena on se, että työkalu kykeneekin vain uudelleenvalmistettavuuden laskemiseen, eikä se huomioon muita elinkaaren lopun vaihtoehtoja.</p>
End-of-Life Strategy Environmental Impact Model (ELSEIM) (Rose & Stevels 2001)	<p>Työkalu, joka laskee tuotteen ympäristövaikutukset käyttäen erilaisia elinkaaren loppupään vaihtoehtoja (uudelleenkäyttö, huolto, uudelleenvalmistus, kierrätys ja hävitys). Ympäristövaikutuksista se ottaa huomioon valmistuksen/louhinnan, kuljetuksen, energiankäytön, elinkaaren loppupään sekä pakkauksen.</p> <p>ELSEIM toimii dynaamisesti, jolloin se sallii muutosten tekemisen tuotedesigniin. Näin sillä voidaan tarkastella tilanteita, joissa tuotteen toteutukseen tehtäisiin selkeitä muutoksia, mitkä vaikuttavat esimerkiksi käyttövaiheen energiankulutukseen. Siten työkalun avulla voidaan ottaa huomioon tilanteet, joissa otetaan käyttöön uusia energiatehokkaampia tuotteita.</p>
End-of-Life Scenario Evaluation Method (ELSEM) (Remery et al. 2012)	<p>Työkalu, jota käytetään aikaisissa suunnitteluvaiheissa tuotekehitysprosessin aikana. Metodin tarkoituksena on auttaa suunnittelijaa arvioimaan erilaisten elinkaaren lopun toimenpiteiden sopivuutta. Työkalu auttaa tunnistamaan sopivat elinkaaren lopun toimenpiteet ympäristöpoliittiset ja yrityksen liiketoimintatavoitteet huomioiden. Lisäksi se auttaa löytämään sopivat suunnitteluvaihtoehdot, jotka sopivat yhteen valitun skenaarion kanssa.</p> <p>ELSEMillä tehdyt arvioinnit perustuvat 15 erilaiseen parametriin, joiden perusteella tuotteiden eri vaihtoehtoja arvioidaan. Esimerkkejä näistä parametreista ovat moduulien kestävyys ja markkina-arvo, elinkaaren lopun tila, polttoarvo, osien määrä ja erilaisten materiaalien määrä.</p>
End-of-Life Design Advisor (ELDA) (Rose 2000)	<p>ELDA on nimensä mukaisesti elinkaaren loppuun keskittynyt tuotesuunnitteluun tarkoitettu avustava työkalu. ELDA soveltuu käytettäväksi uusien tuotteiden suunnittelussa sekä olemassa olevien tuotteiden arvioinnissa.</p> <p>Työkaluun syötetään 6 erilaista tuotteen ominaisuutta, joiden perusteella ELDA määrittelee tuotteelle laskennallisesti parhaan elinkaaren lopun käsittelyvaihtoehdon. Huomioon otettavina ominaisuuksina työkalussa käytetään tuotteen kulumisikää, integraation tasoa, osien määrää, teknologia- ja suunnittelusyklin pituutta sekä syytä uudelleensuunnittelulle.</p>

Näillä elinkaaren loppuun keskittyvillä työkaluilla on myös merkittäviä eroja keskenään. Ehkä suurimpana erona on, että osa työkaluista keskittyy vain yhden elinkaaren strategian kehittämiseen, kun taas toiset arvioivat laajemmin erilaisia vaihtoehtoja ja näin auttavat suunnittelua suuntaamaan haluttuun suuntaan. Elinkaaren loppua koskevissa työkaluissa on erityistä se, että monia mainostetaan sovellettaviksi jo tuotesuunnittelun aikaisissa vaiheissa, jolloin lopullisesta tuotteesta ei vielä tiedetä paljon ja monia asioita voidaan muuttaa.

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA)

LCA on tunnetuin ja parhaiten dokumentoitu menetelmä tuotteen tai palvelun ympäristösuorituskyvyn arviointiin ja laskemiseen (Tingström 2005, s. 39). LCA:ta pidetäänkin monien mielestä onnistuneimmaksi työkaluksi arvioimaan ympäristöasioita tuotesuunnitteluprosessin aikana (Millet et al. 2007, s. 335). LCA perustuu ISO-14040-standardiperheeseen, josta viimeisin versio LCA:n periaatteista ja viitekehyksistä on ISO-14040:2006 (ISO 2006). Lisäksi LCA:han liittyy muita standardeja liittyen esimerkiksi sen soveltamiseen, vaatimuksiin, ohjeisiin ja dokumentointiin (ISO 2015).

LCA:lla tehtävä tutkimus koostuu useammasta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa määritellään tutkimuksen tavoitteet ja sen laajuus. Tämän jälkeen kerätään kaikki tutkimuksen kannalta olennainen data, mikä onkin yleensä tutkimuksen eniten aikaa vievä osuus. Kolmantena tehdään vaikutusten arviointia (Life Cycle Impact Assessment, LCIA), mikä perustuu vaikutuksiin ympäristöön ja työympäristöön sekä resurssienkäyttöön). Viimeisessä vaiheessa LCA:n käytössä tulkitaan saatuja tietoja suhteessa valikoituihin tavoitteisiin. (Bhander et al. 2003, s. 256; Tingström 2005, s. 40)

Vaikka LCA onkin yleisimmin käytetty työkalu tuotteen ympäristöasioiden laskemiseen, sisältyy LCA:n käyttöön monia ongelmia. LCA on hyvin aikaa vievä menetelmä ja vaatii paljon erityistä dataa, jota ei ole saatavilla tuotekehityksen alkuvaiheissa. (Käbernick et al. 2003, s. 463). Tämän vuoksi LCA:ta voidaan käyttää oikeaoppisesti vain täysin määritellyille tuotteille (Millet et al. 2007, s. 337). Tuotteiden komponentit, prosessit ja materiaalit täytyy olla täysin määriteltyjä ennen LCA-arviointia. Näin ollen LCA soveltuu ympäristöasioiden tarkasteluun vasta yksityiskohtaisemmassa suunnittelun vaiheessa (Kobayashi 2006, s. 113).

LCA ei myöskään sovi arviointiin kahden eri funktiota toimittavat tuotteen välille (Millet et al. 2007, s. 337; perustuen Brezet et al. 2000). LCA:ta tulisi käyttää vain kehittyneenä työkaluna, jota käyttää vain tietty henkilö tai osasto, jolla on ympäristöllinen rooli. Sen käyttöä tulisi rajoittaa vain uusien konseptien arviointiin strategisella tasolla (Millet et al. 2007, s. 344). LCA systemaattisessa käytössä yrityksen sisällä on myös ongelmia (Foster & Green 2000, s. 297).

LCA:ta on kuitenkin kehitetty eteenpäin korjaamaan joitakin näistä ongelmista. Esimerkiksi yksinkertaistettu Streamlined LCA (SLCA) on kehitetty, jotta LCA:lla pystyttäi-

siin pienemmällä tietomäärällä saamaan aikaan kokonaisvaltaisempia tuloksia ja koko prosessi ei olisi niin hankala toteuttaa (Gehin et al. 2008, s. 570). Reverse LCA (RLCA) taas perustuu lähtökohtaan, jossa tavoitteena onkin nähdä tarve, eikä varsinainen tuote, minkä kautta muutetaan täysin tuotteiden uudelleensuunnitteluprosessia (Gehin et al. 2008, ss. 570-571). LCA:sta on kehitetty edelleen muitakin kestävän kehityksen tavoitteita huomioon ottavia työkaluja. Life Cycle Sustainability Analysis (LCSA) on esimerkki tällaisesta työkalusta, joka ottaa ympäristön lisäksi talouden ja sosiaalisen puolen huomioon (Guinee et al. 2010, s. 92; Valdivia et al. 2011, s. 3).

2.3.4. Ongelmia ja haasteita

Taulukkoon 5 on kerätty erilaisia ongelmia ja haasteita, joita elinkaaren loppupäähän liittyy. Näitä ongelmia ja haasteita on tarkasteltu taulukossa jaoteltuna suunnitteluun, työkaluihin ja arviointiin sekä käytäntöihin.

Taulukko 5. Elinkaaren loppupään asioihin liittyviä ongelmia ja haasteita.

Aihepiiri	Ongelma/haaste
Suunnittelu	Tuotekehittäjät eivät aseta suurta arvoa ympäristöasioille, vaan muita asioita priorisoidaan ympäristöasioiden kustannuksella (Bhander et al. 2003, s. 266). Ympäristövaatimukset tulisikin ottaa samanarvoiseksi kumppaneiksi perinteisten vaatimusten, kuten hinta ja laatu, rinnalle (Kaebernick et al. 2003, s. 468).
	Ympäristön suojelu on harvoin tuotekehitysyksikön tavoitelistalla (Steger 1993, s. 163)
	Ympäristöasioihin keskitytään vain lainsäädännön vuoksi ja vain minitulosot ovat tavoitteena (Coulter & Bras 1997, s. 1).
	Tuotekehityksessä ei ole aikaa puuttua siihen tarpeeksi ympäristöasioidiin (Bhander et al. 2003, s. 266)
	Ecodesign-tekniikoita ei ole laajamittaisesti otettu käyttöön, koska kyseiset menetelmät eivät ole geneerisiä ja välittömästi käyttöönotettavia (Knight & Jenkins 2009, s. 549).
	Elinkaariajattelun kannalta on tärkeää ajatella kokonaisuutta, eikä keskittyä vain yhden osa-alueen kehittämiseen. Keskittymällä optimoimaan vain yhtä osa-aluetta voidaan sokeutua parannuksille muilla. (Rose 2000, s. 47)
Työkalut ja arviointi	Tuotesuunnittelijoilla ei ole tarpeeksi tietoa ympäristöasioista, ja kukaan ei voi olla kaikkien alojen asiantuntija (Bhander et al. 2003, s. 265; Gehin et al. 2008, s. 567)
	Monia elinkaaren loppupäätä koskevia työkaluja pystytään käyttämään vasta myöhemmissä vaiheissa tuotekehitystä. Tällöin päätöksiä, kuten materiaalivalintoja, on jo tehty, minkä vuoksi työkaluilla ei pystytä enää vaikuttamaan tuotteen ympäristövaikutuksiin. (Rose 2000, s. 43)

Aihepiiri	Ongelma/haaste
Työkalut ja arviointi	Kirjallisuudessa on usein pyritty käyttämään absoluuttisia mittareita suhteellisten mittareiden sijaan. Erikokoisten tuotteiden vertailussa absoluuttisten mittareiden käyttö ei ole toimivaa (Cerdan et al. 2009, s. 1638).
	Kirjallisuudessa on vähän tietoa siitä, miten työkalujen avulla on oikeasti pystytty vähentämään tuotteiden haitallisia ympäristövaikutuksia (Baumann et al. 2002, s. 418).
	Metodien ja työkalujen kehitykseen on siis käytetty liian paljon työtä suhteessa niiden testaamiseen käytännön ympäristöissä. Uusien menetelmien kehittäminen koetaan kiinnostavampana toimintana kuin vanhojen menetelmien testaaminen ja parantaminen. (Baumann et al. 2002)
	Yrityskulttuuri hankaloittaa uusien työkalujen käyttöönottoa. Vanhat perinteet ovat usein iskostuneet, eikä niistä päästä yrityksissä helposti eroon. Vanhat toimintatavat voidaan nähdä yrityksen menestyksen tekijöinä, mikä entisestään estää toimintatapojen muuttamista (Lindahl 2006, s. 491).
	Tällä hetkellä ei ole olemassa todistettua metodologiaa, jonka avulla pystyttäisiin laskemaan rahalliset arvo tuotteiden ympäristövaikutuksille (Kaebernick et al. 2003, s. 465).
Käytännöt	Monet tuotteet suunnitellaan täysin kierrätettäviksi, mutta niitä ei kierrätetä (Gehin et al. 2008, s. 568).
	Käänteinen logistiikka ja tuotteiden purkaminen eivät usein kuulu valmistavien yritysten ydinliiketoimintaan (Gehin et al. 2008, s. 569).
	Markkinoiden löytäminen käytetyille tuotteille voi olla erittäin hankalaa (Thierry et al. 1995, s. 117).
	Lainsäädäntö saattaa jopa rajoittaa uudelleenvalmistettujen tuotteiden myyntiä (Gehin et al. 2008, s. 571).
	Elinkaaren loppupään käsittelymenetelmiä pidetään liian kalliina prosesseina suhteessa niillä saataviin hyötyihin (Rose 2000, s. 46).
	Monia tuotteita ei ole suunniteltu helposti purettaviksi (Kumar & Putnam 2008, s. 311).

Taulukon teemoista onkin nähtävissä, että elinkaaren loppupäätä koskevassa toiminnassa on vielä erittäin paljon erilaisia haasteita. Osa haasteista kumpuaa yksittäisten henkilöiden asenteista aihepiiriä kohtaan, osaan vaikuttaa yrityskulttuuri, organisaation toimintatavat ja liiketoimintaympäristö sekä lainsäädännöllä on oma osansa elinkaaren loppupäätä koskevissa asioissa.

3. TUTKIMUSMETODOLOGIA

Tässä luvussa käydään läpi työn metodologia. Ensimmäisessä osuudessa käydään läpi tutkimusote eli miten tutkimus toteutetaan. Toisessa osuudessa käydään läpi kohdeyrittäisiin valintaan liittyviä huomioita. Kolmannessa ja neljännessä osuudessa käydään läpi aineiston keräämiseen ja sen analysointiin liittyviä asioita. Koko luvun tarkoituksena on kuvata lukijalle mahdollisimman hyvin tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja tutkimuksen eteneminen.

3.1. Tutkimusote

Tässä tutkimuksessa käytettiin tutkimusstrategiana laadullista (engl. qualitative) tutkimusotetta. Laadullisen tutkimusotteen käyttämiseen päädyttiin, koska tarkoituksena on kerätä laajasti tietoa elinkaaren loppupäätä koskevasta päätöksenteosta innovaatioprosessin ja tuotekehityksen aikana. Kvantitatiivinen tutkimus ei tässä tapauksessa olisi ollut mielekäästä, koska tutkimuksen alussa ei ollut tarkkaa tietoa siitä, mitkä aihepiirit ovat tutkimuksen kannalta olennaisia.

Tutkimuksen tavoitteena on etsiä uutta tietoa ja näkökulmia tutkittavasta aiheesta ja kartoittaa tietoa, miten aihepiiriin ja ilmiöön suhtaudutaan. Näin voidaankin puhua kartoittavasta tutkimuksesta (engl. exploratory study). Kartoittava tutkimus sopiikin tilanteisiin, jossa tutkija haluaa löytää ymmärrystä ongelmasta tai ei ole täysin varma ongelman luonteesta (Saunders et al. 2009, s. 139). Etuna kartoittavassa tutkimuksessa on, että se on hyvin joustava ja tutkimuksen suuntaa pystytään muuttamaan, mikäli löytyy uusia näkökulmia, joita ei ole aiemmin osattu ottaa huomioon (Saunders et al. 2009, s. 140).

3.2. Kohdeyrittysten valinta

Tutkimuksen empiirinen osuus tehtiin haastattelututkimuksena. Haastattelujen kohdeyrittäjät tutkimuksille tulivat osaksi StraSus-projektin yhteistyöyhteyksien kautta ja osaksi tutkijan omien valintojen perusteella. Kohdeyrittysten valinnassa keskityttiin siihen, että saataisiin näkökulmia tutkittavaan aiheeseen erilaisilla toimialoilla toimivista erilaisista yrityksistä. Näin ollen voidaan puhua harkinnanvaraisesta otannasta (engl. purposive sampling), jota käytetään, kun halutaan valita tutkimuksen kannalta sopivimpia tutkittavia (Saunders et al. 2009, s. 237). Haastateltavaksi yrityksistä pyrittiin saamaan henkilöitä, joilla olisi eniten kokemusta tutkittavasta aiheesta eli tuotekehityksestä ja sen päätöksenteosta. Näin ollen haastatteluihin valikoitui pääosin tuotekehitystoiminnan johtotehtävissä työskenteleviä.

Tutkimukseen valikoitui StraSus-projektin yhteistyöyrityksen kautta kaksi yritystä, joiden ulkoisena palveluntarjoajana projektin yhteistyöyritys toimii. Lisäksi kolmas yritys valikoitui tutkimukseen yhteistyöyrityksen toiveiden perusteella. Näiden ohella tutkimukseen valikoitui kolme muuta yritystä ja yksi tutkimuslaitos. Tutkimukseen valittuja yrityksiä ei kuvata tarkemmin, koska yritysten ja haastatteluihin osallistuneiden henkilöiden anonymiteettiä halutaan suojella ulkoisen palveluntarjoajan ja yritysten toiveita kunnioittaen.

3.3. Aineiston kerääminen

Aineiston keräämisen päämenetelmäksi valittiin puolistrukturoidut haastattelut eli teemahaastattelut. Teemahaastatteluissa haastattelijalla on lista erilaisia teemoja ja kysymyksiä, joita haastattelutilanteessa käsitellään. Teemahaastattelut antavat kuitenkin mahdollisuuden muuttaa kysymyksiä tiettyihin haastatteluihin sopiviksi ja muuttamaan kysymysten järjestystä sopimaan paremmin keskustelun kulkuun. Teemahaastattelut antavat mahdollisuuden kerätä tietoa asioista, joita ei välttämättä ole ymmärretty kysyä. (Saunders et al. 2009, ss. 320-323)

Tutkimuksessa haastatteluja toteutettiin kahdella eri haastattelurungolla. Toista, yleisempää, haastattelurunkoa käytettiin palveluntarjoajan valitsemissa yrityksissä, jotta tuloksia voitaisiin hyödyntää monipuolisemmin koko StraSus-projektin tavoitteiden kannalta tämän työn tavoitteiden lisäksi. Toista haastattelurunkoa, joka keskittyi tarkemmin tämän työn tavoitteisiin, käytettiin muissa yrityksissä.

Haastattelurungot rakennettiin tutkimuskysymysten ja kirjallisuuskatsauksessa tunnistettujen teemojen pohjalta sekä perustuen tutkijoiden omiin oletuksiin siitä, mikä olisi tutkimuksen kannalta mielenkiintoista ja olennaista. Myöhemmin haastattelurunkoa täydennettiin haastatteluissa ilmenneiden puutteiden ja haastatteluissa nousseiden uusien teemojen perusteella kattamaan aihepiiriin liittyviä asioita paremmin. Lopulliset haastattelurungot on esitetty liitteinä B ja C.

Haastateltavat saivat yritysten kartoitusvaiheessa sähköpostilla esitteen, jossa esiteltiin StraSus-projektia kokonaisuutena ja haastatteluiden sisältöä pintapuolisesti. Ennen haastattelua lähetettiin yrityksille tiivistetysti haastatteluissa käytävät teemat ja osassa tapauksissa yritysten toiveista myös tarkempi haastattelurunko. Tavoitteena oli, että ennalta annettu haastattelurunko ei ohjaisi liikaa haastattelua, vaan haastattelutilanteessa olisi mahdollisuus vastailla spontaanisti kysymyksiin.

Haastatteluja toteutettiin tutkimuksen aikana (joulukuu 2014 – syyskuu 2015) yhteensä 19 kpl. Näistä toteutettiin 6 kpl käyttäen tarkempaa haastattelurunkoa ja 13 kpl käyttäen yleisempää haastattelurunkoa. Kahdessa haastattelussa haastateltavia oli kaksi, muissa yksi. Yleisemmän haastattelurungon haastatteluista toteutettiin 6 kpl toisen tutkijan toimesta ennen työn kirjoittajan liittymistä mukaan projektiin. Pääosin haastattelut toteu-

tettiin kasvotusten, mutta muutamissa tapauksissa toimittiin aikataulu- tai logistiikkasyistä eri menetelmin. Näitä olivat yksi haastattelu Skype-ohjelmistolla, yksi Lync-ohjelmistolla ja yksi puhelinhaastattelun ja kirjallisen täydennyksen kautta. Taulukossa 6 on esitetty tiivistäen sekä yleisemmällä haastattelurungolla että tarkemmalla haastattelurungolla toteutetut haastattelut.

Taulukko 6. Yhteenveto toteutetuista haastatteluista yleisellä ja tarkemmalla haastattelurungolla.

	Yhteensä	Johto	Ympäristö- spesialistit	R&D	Tuotanto	Markki- nointi	Keskimää- räinen kesto
Yleinen	13 (15)	3	2	4	3	3	81 min
Tarkempi	6	0	0	6	0	0	58 min

Aineiston analysoinnin helpottamiseksi haastattelut nauhoitettiin haastateltavien suostumuksella. Näin haastattelut pystyttiin litteroimaan sanatarkasti myöhemmän käsittelyn helpottamiseksi. Haastatteluiden aikana tehtiin myös muistiinpanoja. Osassa haastatteluista oli mukana toinen haastattelija, jolloin pystyttiin jakamaan tehtäviä haastattelun aikana. Toinen haastattelija pystyi keskittymään haastatteluun ja toinen tekemään muistiinpanoja.

Tutkimuksessa käytettiin hyödyksi lisäksi yritysvierailuiden aikana toteutettua havainnointia, jonka kautta nähtiin hieman, miten asiat konkretisoituivat yrityksissä esimerkiksi tuotannossa tai aamupalavereissa. Lisäksi ulkoisen palveluntarjoajan kanssa käytiin työpajamaisia keskustelutilaisuuksia, joissa palveluntarjoaja ja tutkijat vertasivat tuloksiaan sekä niiden merkitystä tulevaisuuden työn ja toiminnan parantamiseksi.

3.4. Aineiston analysointi

Tässä työssä käytettiin induktiivista lähestymistapaa. Tämä tarkoittaa, että tutkija ei tee ennako-odotuksia aineistoa kohtaan, eikä työssä testata mitään aikaisempaa teoriaa, vaan teoria muodostetaan kerätyn datan perusteella (Saunders et al. 2009, s. 124). Induktiivinen lähestymistapa sopii tilanteisiin, joissa kerätään uutta tietoa ja ymmärrystä aihepiiriin, mutta lähestymistapa vaatii tutkijalta hyvää ymmärrystä tutkimuskontekstista (Saunders et al. 2009, s. 127).

Aineiston analysoinnissa käytettiin apuna ATLAS.ti-ohjelmistoa, joka on tarkoitettu laadullisen datan analysointiin. Ohjelmistossa haastatteluiden litteraatiot koodattiin käyttäen avainsanoja, jotka kuvasivat haastatteluissa käytyjä teemoja. Avainsanat muodostettiin kaksiosaisesti, esimerkiksi ”KK_Merkitys”, jossa ”KK” tarkoittaa kestävästä kehitystä ja ”Merkitys” kuvaa kohtaa, jossa puhutaan kestävästä kehityksen merkityksestä yritykselle. Yhteensä koodeja muodostettiin lopulta 17 kappaletta. Koodausta käytettiin, koska se helpottaa aineiston käsittelyä, kun tietyt tekstinkohdat löytää nopeasti verrattu-

na siihen, ettei minkäänlaisia merkintöjä ole tehty (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, s. 80).

Koodauksen jälkeen aineistoa analysoitiin teemoittain. Näiden perusteella kirjoitettiin varsinaiset tulokset, jotka muodostavat tämän työn luvun 5. Luvussa on käsitelty työn tutkimuskysymyksien kannalta haastatteluiden tärkeimpiä kohtia. Tulokset on esitetty luvussa teemoittain. Luvussa on käytetty tulosten yhteydessä sitaatteja havainnollistavina esimerkkeinä ja samalla todistamaan, että tulokset perustuvat olemassa olevaan aineistoon (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, s. 106). Sitaatit on työssä esitetty koodattuna muodossa ”A-3”, jossa kirjain edustaa kohdeyritystä ja numero kertoo, mistä kohdeyrityksen haastattelusta lainaus on peräisin.

Suorat lainaukset haastatteluista on esitetty tulokset-luvussa ”*kursiivissa ja lainausmerkeissä*”. Sitaatteihin on tehty työssä erilaisia muokkauksia. Poistot on esitetty ” – – ”, selvennykset on merkattu [hakasulkeisiin] ja kieltä on korjattu jonkin verran. Esimerkiksi puhekielen ilmauksia, kuten ”miks” on täydennetty ”miksi”, täytesanoja, kuten ”niinku”, on poistettu ja puheeseen liittyvää toistoa, kuten ”että että” on karsittu pois. Käytyjen asioiden arkaluonteisuuden vuoksi on lainauksissa täytynyt korvata joitakin sanoja [yleisilmaisuilla]. Sitaatteja muokatessa on kuitenkin keskitytty siihen, että lauseen merkitys pysyy samana ja aiheisisältö nousee esille.

4. TULOKSET

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen empiiristä osuutta eli haastattelujen tuloksia. Ensimmäisessä alaluvussa keskitytään kohdeyritysten innovaatioprosessiin. Toisessa alaluvussa tarkastellaan yritysten toimia koskien heidän tuotteidensa elinkaaren loppua. Kolmannessa alaluvussa taas syvennyttään tarkemmin tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevaan päätöksentekoon innovaatioprosessissa.

4.1. Innovaatioprosessi

Tässä ensimmäisessä osuudessa tuloksia tarkastellaan tarkemmin kohdeyritysten innovaatioprosessia. Alaluvussa käydään läpi ensiksi, minkälaisia erilaisia prosessirakenteita kohdeyrityksissä on käytössä tuotekehityksessä ja –suunnittelussa. Seuraavaksi tarkastellaan prosessiin osallistuvia henkilöitä ja heidän roolia prosessissa. Kolmanneksi käydään läpi yritysten tavoitteita ja tavoitteiden asetantaa innovaatiotoiminnalle. Viimeiseksi tarkastellaan erilaisia työkaluja ja mittareita, joita yritykset käyttävät tuotekehitystoiminnassaan.

4.1.1. Rakenne

Haastatteluissa käytyjen keskustelujen mukaan yrityksissä toimitaan innovaatioprosessissa ja tuotekehityksessä hyvin erilaisin menetelmin. Osassa yrityksistä ei tuotekehityksen osalta ole käytössä vakiintuneita toimintatapoja, kun taas osassa yrityksistä menevät lähes kaikki projektit tiettyjen prosessikaavioiden mukaisesti. Missään yrityksessä ei kuitenkaan haastatteluiden perusteella noudateta täysin orjallisesti tiettyä kaavaa, vaan tuotekehitysprosessissa on jätetty tilaa tarpeenmukaiselle joustolle vaiheiden osalta.

”Tuotekehitysprosessi on dokumentoitu ja sitä seurataan stage-gate periaatteella ja scrum-menetelmän tyyppisin usein toistuvien palaverein.” – F-1

”Se ei ole niin orjallisesti määritelty kuin ehkä jossain muualla. Se on enemmän semmoinen sisäänrakennettu että tuotehankkeiden vetäjät, seuraa sitä koko ajan ja heillä on tällaisia mentaalisia gateja, ja jos johonkin aikatauluun mennessä siihen ei päästä niin, he päättävät toimenpiteistä, että lisätäänkö paukkuja lisätäänkö panoksia, muutetaanko suuntaa, mitä sitten tehdäänkin” – C-1

”Mutta mitään sillä tavalla geitti tai semmoista prosessia, että nyt katsotaan, että carbon footprint on alle tätä. Sitä meillä ei ole. Kyllä se on tuommoista enemmän maalaisjärkeä, mitä siinä yritetään käyttää.” – A-3

Kaupallisella puolella innovaatioprosessin alussa toimitaan usein yhteistyössä markkinoinnin ja myynnin kanssa. Markkinoinnin ja myynnin kanssa toimiessa saadaan käsitys siitä, minkälaisia tuotteita markkinoille kaivattaisiin ja näin saadaan syötettä innovaatioprosessiin. Tämän jälkeen ideaa lähdetään jatkokehittämään ja etsimään ratkaisuja ongelmaan. Eräässä yrityksessä prosessin alkupäässä on tärkeää ottaa mukaan myös tuotekehityksen ohjausryhmä, johon kuuluu eri osastojen johtajia, jotka toimivat prosessin alussa valitsijoina, mitä projekteja lähdetään jatkamaan. Toisaalta sama ohjausryhmä toimii myöhemmissäkin vaiheissa tärkeässä roolissa arvioidessa etenevää projektia.

Eräässä haastattelussa nousi esille nopea prototyyppin valmistaminen. Tämän tavoitteena on jo aikaisessa vaiheessa testata selville tuotteen toimivuutta jatkotoimien päättämiseksi. Vastaavanlainen toimenpide eli koe-erien valmistus nousi esille myös toisessa haastattelussa. Alkuvaiheissa on olennaista saada liiketoimintasuunnitelmaan liittyvät tutkimukset sekä valmistettavuuteen liittyvät selvitykset tehtyä. Alun tehtävien jälkeen siirytään projekteissa tekemään insinöörityötä eli eri osien suunnittelua, kehitystä ja testausta, kunnes tuote on valmis.

Sitten se on, voisi sanoa niin sanottua insinöörityötä, että suunnitellaan [tuotteen] eri komponentit ja eri osa-alueet, osien rinnakkain iteratiivisesti lähtien simuloinnista, mallintamisesta, laboratoriotestaukseen. Jossain vaiheessa tehdasmittakaavan testaukseen ja [tuote]testaukseen, iteraation kautta parannetaan ja parannetaan, kunnes sitten tuote on valmis ja esitellään. – C-1

Tuotekehitysvaiheen insinöörityötä kuvastaa usein prosessin iteratiivisuus. Joillakin toimialoilla vaiheeseen liittyy useita testauskierroksia. Ensiksi valmistetaan pieni koe-erä, jota testataan. Tämän jälkeen tehdään seuraavaan erään pieniä muutoksia ja testataan uudestaan. Prosessia jatketaan, kunnes tuotteeseen ollaan tyytyväisiä. Tämän jälkeen vasta pystytään siirtämään tuote kohti teollisempaan massatuotantoon, mihin liittyy usein tuotannon modifiointiin liittyviä ongelmia ja haasteita.

”Toinen ongelma on se, että miten me pystytään modifioimaan meidän tuotanto niin suureen mittakaavaan. Nyt me pystytään tekemään vaan muutamakymmenen kiloa sitä koe-erää varten tässä labrassa, mutta se että sitten se saataisiin tuohon meidän tuotantomittakaavaan, niin siellä täytyy sitten tehdä jonkinlaisia muutoksia, siihen prosessiin, ja se on sitten taas aika kallista.” – G-1

Kehitystoimet harvoin päättyvät tuotteen tuotannollistamiseen, vaan tästä seuraa usein uusien tuotemallien kehittämistä. Ensimmäisen julkaistun tuotteen kautta pyritään julkaisemaan vastaavia tuotteita esimerkiksi tuoteperhe-periaatteella. Tällöin tuotteeseen täytyy tehdä modifikaatioita, jotta sitä pystyttäisiin käyttämään uusissa käyttökohteissa. Toisaalta ideana on myös hyödyntää aikaisempaa designia siten, että uusia tuotteita pystyttäisiin valmistamaan mahdollisimman pienin muutoksin tuotantokoneistossa.

Kaupallisella puolella kaikki projektit eivät aina mene maaliin asti. Projekteja voidaan lopettaa kesken, mikäli huomataan, että projekti ei etenekään haluttuun tapaan tai tuotteessa ei koetakaan enää olevan vastaavaa potentiaalia, kuin aikaisemmin ajateltiin. Tutkimuslaitospuolella taas kehitystoiminta menee useammin maaliin saakka ja projekteja harvemmin peruttiin. Projekteissa ei myöskään ole yhtä selkeitä portteja, joissa projektin etenemistä arvioitaisiin. Toisaalta kehitystyötä kuvastavat useat rinnakkaiset kehitystoimet.

Se on hyvin hajautettua. Hyvin usein käy niin että, on paljon, rinnakkaisia kilpailuvia, alaprojekteja. – – Siellä saattaa olla kolme neljä yliopistoa, jotka kehittävät sitä itse ihan omin resurssein ja sitten niille on [laitoksen] tai sen yhteistyön koordinaatiopuolelta annettu jotain tällöisiä vaatimuksia, että miten sen [materiaalin] tulee käyttäytyä. – – Kaikki nämä eri, yliopistot ne, kisailee siinä keskenään, ja sitten ne tulee raportoimaan säännöllisesti tällöisiin katselmuksiin, mitä järjestetään ehkä useamman kerran vuodessa. – – Sitten ajan myötä siitä prosessista, kun vaan pystytään suhteellisen objektiivisesti valitsemaan se, mikä on se paras. Yleensä, miten käy, on, että siitä tulee jonkinlainen kompromissi näistä kolmesta.” – D-2

Toisaalta tutkimuslaitoksessa kehitysprosessi eroaa merkittävästi kaupalliselta puolelta siinä, että se sisältää paljon ”bottom-uppia” ”top-downin” sijaan. Toisin sanoen kehitystyö saa usein alkunsa ruohonjuuritasolta kehittäjien toimesta, minkä jälkeen ideoita esitellään organisaatiossa ylöspäin. Vastaavaa toimintaa tapahtuu myös kaupallisella puolellakin, mutta haastatteluiden perusteella yrityksissä toiminta perustuu useammin siihen, että ideat syötetään ylemmiltä tasoilta alaspäin tuotesuunnittelijoille ja tuotekehittelijöille, joiden tehtävänä on kehittää ideasta valmis tuote.

4.1.2. Osallistujat

Haastateltavat yritykset toimivat hyvin erilaisilla liiketoiminta-alueilla ja ovat kooltaan erikokoisia, minkä vuoksi heidän tuotekehitysorganisaatiot eroavat toisistaan merkittävästi kooltaan ja koostumukseltaan. Pienimmillään tutkimuksen kohdeyrityksissä tuotekehityksessä työskenteli vain kolme ihmistä, kun taas toisissa yrityksissä vastaava määrä oli yli sata. Kuitenkin asia, mikä nousi lähes jokaisessa haastattelussa esille yrityksestä riippumatta, on tuotekehitykseen laaja osallistaminen. Tämä tarkoittaa, että kaikilla yrityksessä työskentelevillä on oma osuutensa kehitystoiminnassa. Osa henkilökunnasta työskentelee luonnollisesti pääasiallisena tehtävänä tuotekehityksessä, mutta myös esimerkiksi markkinoissa tai tuotannossa työskentelevillä on tärkeä rooli osana kehitystoimintaa.

”Tuotekehityksestä olemme siirtyneet ”customer solution” -prosessiin, jossa olennaista on koko yritystä kattava kokonaisuus. Siitä ovat olennaisesti mukana

kaikki yrityksen funktiot, mukaan luettuna, tuotanto, markkinointi, myynti, laatu/ympäristö, jne.” – F-1

Yrityksen muista osastoista erityisesti tuotannon rooli painotettiin haastatteluissa. Tuotteiden siirtäminen tuotantoon helpottuu, kun tuotantoa sitoutetaan mukaan toimintaan jo aikaisista vaiheista lähtien. Tällöin ratkaisujen perusteleminen on helpompaa. Toisaalta tuotannon kautta saadaan ideoita kehitykseen, millä keinoilla tuotteet olisivat tuotannon kannalta helpommin toteutettavissa.

”Me lähdettiin alusta lähtien siihen, että me lähdettiin sitouttamaan tuotantoa ja kerrottiin tuotannon esimiehille että mistä on kyse, miksi me tehdään näin ja keskusteltiin heidän kanssaan ja jopa ideoitiin yhdessä, mitä se vaatii tuotannossa ja miten niitä tulevia ongelmia taklataan ja ratkaistaan. Se mahdollisti sen onnistumisen. – – Meillä on ollut tuotannollinen johto hirveen visionääristä myöskin viime vuosina. Se on auttanut kyllä asiaa.” – C-1

Toisaalta hankinnan ja oston roolia painotettiin. Kehitystoiminnan kannalta koettiin tärkeäksi, että he ovat mukana, jotta voidaan varmistaa, että tarvittavat materiaalit ja tarvikkeet on saatavissa tuotantoa varten kannattavaan hintatasoon. Tähän vaikuttaa yhteistyö erilaisten raaka-ainetoimittajien kanssa osana tuotekehitystä. Toisaalta markkinointi vaikuttaa useissa yrityksissä merkittävästi siihen, mihin suuntaan kehitystoimintaa toteutetaan.

”Tietysti vielä materiaalien hankinnan kanssa ollaan erittäin läheisissä tekemisissä..” – C-1

”Osto on siinä mielessä kriittisessä osassa. Ja sitten ne just katsoo, löytyisikö paikallisia raaka-ainetoimittajia tai, miten siinä kohtaa. Ja tietysti markkinointi sitten, markkinoinnistahan se paine tulee, että halutaan jonkun tietyn tyyppisiä tuotteita.” – G-1

Kahdessa, tuotekehitysosastoltaan pienemmässä, yrityksessä nousi esille tuotekehitystoiminnan henkilövetoisuus. Näissä yrityksissä tuotekehityspäälliköillä on todella merkittävä rooli kehitystoiminnan vetäjinä. Näin ollen T&K-prosessin päätöksenteko kulminoituu pääosin yhden henkilön kohdalle. Lisäksi molemmissa yrityksissä on yhteistä se, ettei kehitystoimintaan ole vakiintunut tiettyjä prosessimalleja, joiden mukaan toimittaisiin, vaan toimintaa ohjaa merkittävästi tuotekehityspäällikön toiminta.

Toisessa yrityksessä kuitenkin tuotekehityspäällikkö ilmaisi, että hän on ollut yrityksessä vain vähän aikaa ja hänellä on tavoitteena muodostaa yritykseen selkeämmät kaavat toimia erilaisten projektien osalta. Toisessa yrityksessä taas tuotekehityspäällikkö on toiminut yrityksessä pidempään ja yrityksen kehitystoiminnan kulttuuriin kuului jo strukturoimaton kehitystoiminta.

Tähän täysin päinvastaisena koetaan kehitystoiminta tutkimuslaitoksessa, jossa toiminta perustuu merkittävästi ”bottom-uppiin”, jolloin toimintaa johtavien rooli on erilainen. Heidän ei tarvitse olla ohjaamassa toimintaa ylhäältäpäin oikeaan suuntaan, vaan he pystyvät antamaan kehittäjille enemmän vapautta. Tällöin kehittelijöiden toiminnasta saadaan paljon kokeilevampaa ja vapaampaa. Olennaista on kuitenkin joka tapauksessa toiminnan koordinointi, jotta täysin samaa kehitystyötä ei tehtäisi useassa paikassa samaan aikaan. Tämä on erityisen tärkeää, koska työ on hyvin hajotettua eri yhteistyöyliopistoille. Tutkimuslaitoksen omaa toimintaa korosti haastatteluiden perusteella oman väen suhteellinen vähyys.

Yliopistoyhteistyö nousi myös kaupallisen puolen haastatteluissa esiin. Useissa haastatteluissa mainittiin yrityksissä lyhyitä aikoja työskentelevät harjoittelijat ja lopputyöntekijät. Heidän kauttaan on mahdollista saada uusia tuoreita ideoita yrityksen toimintaan erityisesti tuotekehitys- ja innovaatiotoiminnan näkökulmasta ja toisaalta myös pidempiaikaisia työntekijöitä.

Kokonaisuudessaan tuotekehitystoiminnassa vaaditaan hyvin monenlaista tietämystä. Prosessin alussa on tärkeää, että organisaatiossa on innovatiivisia henkilöitä, jotka keksivät uusia ideoita. Tämän jälkeen tarvitaan henkilöitä, jotka osaavat jatkokehittää näitä ideoita ja osaavat muotoilla ideat tuotekonsepteiksi. Tämän jälkeen prosessissa vaaditaan paljon insinööriosaamista, eli esimerkiksi materiaalien ja rakenteen kehittäjiä, muotoilijoita, testaajia, laborantteja. Lopulta valmiin tuotteen kaupallistamiseen tarvitaan vielä myynnin ja markkinoinnin erikoisosaamista. Koko prosessin ajan on hyödyksi, mikäli kehitysprosessia valvoo jokin henkilö tai ryhmä, jolla on kokonaisvaltaisempi näkemys organisaation strategisesta linjasta.

4.1.3. Tavoitteet

Tavoitteen asetannan osalta tutkimuksen yritysten eri toimialat ja toimialojen nykytilojen erot korostuivat haastatteluissa. Tavoitteiden osalta yrityksiä yhdistää yleiset toimintaperiaatteet toimiessa kehittyneissä maissa. Tämä näkyy keskittymisenä tiettyyn ydinosaamiseen ja pyrkimyksenä olla teknisesti ja teknologisesti paras yritys tai parhaiden yritysten joukossa sillä markkinalla.

”Me halutaan ennen kaikkea olla, [tuotekategorian] markkinajohtaja ja tekninen johtaja. Halutaan olla teknisesti paras ja halutuin [tuote]valmistaja. Sen lisäksi halutaan olla mukana valikoiduissa tuotekategorioissa, joissa myös halutaan olla se tekninen johtaja tai aivan teknisesti kärkipäässä.” – C-1

Haastatteluissa nousi esille se, että markkinat muuttuvat nykyisin nopeasti, mikä vaikuttaa innovaatio- ja kehitystoimintaan. Yritysten tulee olla nopeita reagoimaan muutoksiin. Ensimmäisenä markkinoille pääsevällä on aina etua kilpailijoihinsa nähden, koska se saa asiakkaat ensimmäisenä puolelleen. Olettaen, että tuote on julkaisuhetkellä valmis ja käyttötarkoitukseensa hyvin sopiva.

”Me ensinnäkin halutaan olla markkinoiden nopein tuotepaletin uusija, joka johtaa siihen, että painotus uusissa tuotteissa on koko ajan hyvin voimakas. Me halutaan tuoda uudet mallit nopeimmalla aikataululla tiheämmin kuin muut.” – C-1

Toisaalta muutosten ennakoiminenkin on tärkeää. Tutkimuksen ja kehityksen onkin tärkeää ennakoida asioita, jotka tulevat tulevaisuudessa muuttumaan. Pelkästään reagointi tapahtuneisiin muutoksiin harvoin riittää. Ennakoimalla autetaan yritystä pysymään kilpailukykyisenä myös tulevaisuudessa.

” – – varmaan se sillä tavalla menee, että tutkimuksen ja kehityksen rooli on olla siellä pitkällä etunojassa. Olla mukana asioissa, jotka ei ole vielä huomisen juttuja. Ovat juttuja mutta eivät ihan heti tulossa” – E-1

Ennakoivan toiminnan merkitys korostuu erityisesti, kun toimiala on murroksessa. Tällöin täytyy pystyä visioimaan asioita pitkien aikojen päähän. Yrityksen täytyy pystyä luomaan selkeät toimintalinjat, joiden mukaan kehitystyötä tasapainotetaan vanhan ja uuden välillä, mikä on haasteellista. Vanhasta liiketoiminnasta ei haluta luopua, koska se on vielä hyvin kannattavaa, mutta toisaalta ei osata sanoa, kuinka sitä voidaan jatkaa. Lisäksi vanhankin liiketoiminta vaatii ylläpitämistä ja kehittämistä, jotta sillä kentällä pysytään kilpailukykyisenä kilpailijoihin nähden.

Muuttuvilla markkinoilla toimimiseen koettiin toimivaksi tavaksi tuoteperhe-ajattelu. Tällöin ei kaikkea täydy aina kehittää alusta lähtien, vaan pienillä muutoksilla pystytään luomaan uusia tuotteita hieman erilaisiin käyttökohteisiin, kuin alkuperäisellä tuotteella on ollut tarkoitus. Tätä ajatusmaailmaa kuvastaa eräässä haastattelussa esiin noussut sipuliajattelu, jossa ensiksi tuodaan yksi tuote markkinoille, joka muodostaa sipulin ytimen. Tämän jälkeen tuodaan markkinoille uusia tuotekategorioita, jotka tuovat koko ajan sipuliin uusia kuoria.

”Tuotekehitys tavoittelee eri tuoteperheiden kehittämistä ja pitämistä kilpailukykyisenä muuttuvilla markkinoilla. – – Painotuksena on teknologisesti edistyksellinen tuote, laadun ja innovatiivisuuden markkinajohtajuus” – F-1

Tuotteiden osalta kehitystoiminnassa voi olla teknisiltä ratkaisuiltaan hyvinkin erilaisia tavoitteita. Yleisesti tavoitteet keskittyivät tuotteiden kustannuksiin ja suorituskykyyn, jota voidaan mitata monilla eri tavoilla. Toisaalta ympäristöasiat nousivat esiin useissa haastatteluissa tavoitteiden kannalta. Esimerkiksi teemat, kuten hiilineutraalius, kiertotalous, energia- ja materiaalitehokkuus sekä vedenkulutus olivat asioita, jotka nousivat esille ympäristöteemoista. Lisäksi materiaalivalintoihin kiinnitetään useissa yrityksissä huomiota. Kuitenkin alueelliset erot asiakaskunnassa estivät kehitystoimien laajentamisen koko tuotevalikoimaan.

Ja meillä on ehkä noin kaks prosenttia enää meidän tuotannon volyymista [tuotetta x]. Se johtuu siitä, että esimerkiksi Venäjälle halutaan edelleenkin [tuote x] mieluummin kuin [ympäristöystävällisempi tuote y]. – G-1

Kehitystoiminnassa on tärkeää osata katsoa asioita laaja-alaisesti. Toki on selvää, että suurimmalla osalla ideoista ja keksinnöistä on sovelluskohteita vain rajatulla alueella, mutta joitakin ideoita voidaan laajentaa toisia aloja kattamaan. Tämänkaltaisella avarakatseisuudella voidaan saada aikaan täysin uusia liiketoiminta-aloja yrityksille. Myös tutkimuslaitospuolella on olennaista, ettei keskitytä vain omaan tutkimukseensa, vaan mietitään laajemmin kaupallisia kohteita saaduille ideoille.

”Ideat varmaan tulee täällä [tieteenalan] vaatimuksista. Jonkun verran on nyt herännyt täällä kehitettyjen teknologian kaupallistaminen enemmän” – D-1

Toisaalta tuotekehityksessä täytyy joillakin aloilla pyrkiä välillä radikaaleihinkin muutoksiin. Tällöin pienet muutokset tuotetasolla eivät riitä, vaan täytyy tavoitella selkeisiin suuruusluokkahyppyihin projektista seuraavaan. Tämä korostui erityisesti tutkimuslaitoksen laitteiston kohdalla.

”Kun me puhutaan tuotekehityksestä, niin se liittyy aina siihen, miten meidän [laitteista] saataisiin kertaluokkaa nopeampia, parempia ja halvempia. – Se ei ole inkrementaalista, vaan se on tämmöistä leapfroggingia. Meillä on englantiksi, kun kääntää, order of magnitude jumps eliikkä suuruusluokkahyppyjä.” – D-2

Eräässä haastattelussa nousi esiin yrityksen tuotteen kolme ominaisuutta, joita kaikkia kolme yritetään kehittää, ja jotka eivät ole yhteensopivia. Nämä ovat yrityksen tapauksessa turvallisuus, kestävyys ja energiatehokkuus. Ominaisuudet toimivat siten, että yhteen panostamalla kärsivät muut kaksi ominaisuutta. Tämä taas hankaloittaa kehitysprosessia merkittävästi ja yrityksen tuleekin aina päättää, missä suhteessa tiettyyn ominaisuuteen halutaan tavoitteen panostaa. Toisaalta juuri tällaisten ongelmia ratkaisuun tarvitaan radikaaleja innovaatioita, joiden kautta pystytään edellisen tuotesukupolven rajoitteet kumoamaan.

4.1.4. Työkalut ja mittarit

Tuotekehitysprojekteissa käytetään yleisinä mittareina budjettia ja aikataulua. Näiden kautta arvioidaan projektin yleistä etenevyyttä. Aikataulu on erityisen tärkeä mittari yrityksissä, jotka työskentelevät sesonginomaisilla aloilla. Tuotteet on erityisen tärkeitä saada valmiiksi aikanaan, jotta ne saadaan myyntiin sesongiksi. Mikäli näistä aikatauluista myöhästytään, menetetään koko sesongin aikaiset myynnit ja joudutaan odottamaan seuraavaa sesonkia, johon olisi hyvä olla jo uudet tuotteet.

Toisaalta tuotetasolla projektien aikana voidaan seurata paljon tarkempia mittareita. Esimerkiksi raakamateriaalin määrän seuraaminen suhteessa tuotettuihin kappaleisiin on usein käytetty tehokkuuden mittari. Toisaalta ympäristönäkökulmista yrityksissä voidaan seurata esimerkiksi energiatehokkuuden, jätemäärien, päästöjen tai vedenkulutuksen muutosta uuden tuotteen kohdalta sen elinkaaren aikana. Näiden mittareiden kautta pystytään arvioimaan, onko tuotteella saatu ympäristön kannalta kehitystä aikaan.

”Meillä tuotekehityksen mittarit liittyvät tuotannon laatuun, tuotettavuuteen ja kenttävirheiden määrään sekä tuotekehitysprojektissa käytetyn resurssin kohdistamiseen ja käyttöön” – F-1

Tarkemmalla tasolla tutkimuksessa ei valitettavasti päästy erilaisten työkalujen sisältöön, käyttökohteisiin ja –sovelluksiin. Tämä johtui joko siitä, että erityisiä työkaluja ei ole käytössä tai yritykset kokevat työkalut ja niillä saatavat tulokset kilpailukyvyn lähteenä, minkä vuoksi työkalujen käytöstä ei jaeta enempää tietoa yritysten ulkopuolelle.

4.2. Elinkaaren loppupää

Tässä osuudessa tarkastellaan yritysten tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevia strategioita eli millaisia vaihtoehtoja heidän tuotteilleen on elinkaaren lopuksi suunniteltu. Toisaalta alaluvussa tarkastellaan, miten yritykset hyödyntävät jo elinkaaren loppuunsa päässeitä tuotteita. Lisäksi luvussa tarkastellaan tähän toimintaan liittyvää käänteistä logistiikkaa ja tuotteiden takaisinkeruuta ja siihen liittyviä asioita.

4.2.1. Elinkaaren loppupään strategiat

Tuotteiden eroista ja toimintatavoista johtuen on tutkimuksen yrityksissä tuotteiden elinkaaren lopun asioiden kannalta hyvinkin erilaisia toimintatapoja ja menettelyjä. Elinkaaren loppupään toimintoja ja strategioita ei haastatteluiden perusteella nimetty kuuluvaksi minkään kohdeyrityksen ydinosaan, mutta asiat kuitenkin tiedostettiin ja ne otettiin huomioon toiminnassa. Näin ollen yritykset ovat hyvin tietoisia esimerkiksi siitä, minkälaisia materiaaleja ja kokoonpanoja he käyttävät ja mitä ne tarkoittavat elinkaaren lopun käsittelyjen kannalta.

Eräässä haastattelussa tiivistettiin hyvin yrityksen priorisointi kestävän kehityksen toimenpiteiden mukaan. Ensimmäinen prioriteetti on jätteiden ja energiankäytön minimointi. Toisena on jätteiden uudelleenkäyttö alkuperäisessä sovelluksessa. Kolmantena tulee jätteen kierrätys muissa käyttökohteissa. Neljäntenä on jätteiden käyttö sekundäärisessä tarkoituksessa, kuten energiantuotannossa. Viidentenä ja viimeisenä on tuottaa kierrätyskelvotonta jätettä. Priorisaatiotasosta näkee hyvin erilaiset elinkaaren strategiat, ja miten niihin suhtaudutaan yrityksen toiminnassa.

Uudelleenkäyttö

Uudelleenkäyttö nousi esille haastatteluissa eniten pakkaus- ja laitteistopuolella. Yhdessä yrityksessä painotetaan vahvasti alkuperäispaketoinnin säilyttämisen tärkeyttä. Paketointia ei tulisi hyödyntää vain tavarantoimituksessa asiakkaalle, vaan sitä pystyttäisiin hyödyntämään laitteen säilytyksessä ja kuljettamisessa paikasta toiseen esimerkiksi muuton tai huollon yhteydessä.

Toisessa yrityksessä taas pakkausten uudelleenkäyttö kosketti raaka-aineiden ja valmiin tuotteiden kuljetuksia. Yritys on pyrkinyt lisäämään suurten uudelleenkäytettävien pakkausten käyttöä, mutta tämä asettaa tietynlaisia haasteita. Kaikkia raaka-aineita ei tarvita suurlähetysten vaatimia määriä ja asiakkaat eivät halua toimituksia riittävän suurin toimituksin, jotta uudelleenkäytettäviä suursäkkejä ja kontteja voitaisiin käyttää. Lisäksi uudelleenkäytettävien pakkausten hyödyntäminen vaatii uusia työtehtäviä, joko yritykselle tai sen asiakkaille.

”Pakkauksissa myös sitten mietitään sitä, että teollisuusasiakkaille menisi kierätettäviä pakkauksia eli kontteja ja silloin ne tulisi takaisin pestynä. Tai täällä pestäisiin ne ja pakattaisiin uudelleen.” – G-1

Laite- ja laitteistopuolella uudelleenkäyttöä toteutettiin osatasolla. Esimerkiksi erilaisia laitteita on suunniteltu osittain modulaariseksi siten, että niistä pystyttäisiin hyödyntämään joitakin ratkaisuja uudelleen. Tämä toiminta kuitenkin vaatii tuotteiden saamista takaisin tehtaalte, niiden purkamista ja tuotteiden uudelleenkokoamista tai uudelleenvalmistamista. Kyseinen toiminta ei kuitenkaan noussut esiin missään yrityksessä erityisen merkittävänä toimintana, vaan on koettiin lähinnä positiivisena lisänä.

Laitteiden ja niiden osien uudelleenkäytön osalta nousi haastatteluissa esille myös inventointi. Uudelleenkäytön kannalta on organisaatiolle hyvin tärkeää tietää, mitä kaikenlaisia osia ja laitteita heillä on olemassa. Esimerkiksi tutkimuslaitoksessa mainittiin, että heillä on varastoissa suuretkin määrät vanhoja laitteita ja niihin liittyviä osia, ja on yleisellä tasolla epäselvää, mitä kaikkea varastoista löytyy. Tämä luonnollisesti toimii merkittävänä esteenä vanhojen laitteiden ja osien hyödyntämiselle, jolle on tunnistettu taloudellisestikin merkittävää arvoa eräiden osien kalleuden vuoksi.

”Ympäri laitosta on varastossa kannatinrakenteita ja vastaavia. Ryhmät tietävät, mitä niillä on varastossa ja käykö semmoinen johonkin uuteen [laitteeseen] vai ei. – – [Osat] on jo niin kalliita, niin ei niitä tuhota. Mä luulen, että niin kauan, kun ostajia löytyy, niin kaikki varastoidaan kuitenkin.” – D-1

Ryhmätasoinen toiminta ja henkilökunnan vaihtuvuus asettaa toisenlaisia haasteita uudelleenkäytettävyyden kannalta. Erilaiset ryhmät eivät aina osaa hyödyntää tarpeeksi yhteistyötä, jolloin eri projekteissa asiat suunnitellaan hieman eri tavalla. Näin ollen yhteensopivuudet eri laitteistojen välillä kärsivät merkittävästi. Samanlaista haastetta aset-

taa lisäksi projektien kertaluonteisuus. Kun asiat suunnitellaan vain ja ainoastaan yhtä tarkoitusta kohden, ovat niiden uudelleenkäytön mahdollisuudet luonnollisesti hyvin rajatut.

Tekniikan ja teknologian kehittyminen toimii luonnollisena haasteena ja esteenä uudelleenkäytölle. Kun tuotteet ja niiden ominaisuudet kehittyvät nopeasti, ei ole tarkoituksenmukaista yrittääkään käyttää uusiksi vanhentuneita osia uusissa laitteissa. Teknologisen kehittymisen nopeuden vuoksi monet tuotteet kuitenkin kokevat käytön lopettamisen asiakkaalla, vaikka tuote olisi vielä täysin toimiva. Tällaisten tilanteiden kautta nousikin haastatteluissa esille toiminta, joissa vanhoja PC:itä kerätään keruupisteiden kautta talteen organisaation tiloissa. Tämän jälkeen ne viedään esimerkiksi Afrikkaan uudelleenkäytettäväksi. Tämä toiminta perustui kuitenkin pitkälti työntekijöiden omaan vapaaehtoisuuteen ja aktiivisuuteen ja oli suuruudeltaan marginaalista. Kuitenkin ajatuksen tasolla asiaa pidettiin hyvin positiivisena organisaation sisällä.

”Muutama innokas, niin ne keräävät ne kaikki PC:t ja sitten ne pistävät ne semmoiseen isoon konttiin. Ne rekalla sitten ajaa jonnekin tuonne Saharaan. Sitten ne menevät ja kiertävät näitä pieniä kyliä siellä ja ne, pistää ihan käytännössä Internet-kahviloita pystyyn. – – Tämmöistä on, mutta nämä on vähä tämmöisiä, idealistisia satureita, jotka henkensä kaupalla siellä, kuorma-autolla tai Jeepillä ajelee dyyneillä. Se vaatii semmoista tiettyä karakteriä, mutta tätä tehdään. Se on ihan marginaalista. Siitä voi kirjoittaa hyviä juttuja, mutta volyympeliä tämä ei ole.” – D-2

Huolto/korjaus

Huolto- ja korjaustoimet nousivat esiin kahden eri organisaation haastatteluissa. Tutkimuslaitoksen osalta tämä näkyy huolto-ohjelmina laitteistolle. Heidän laitteistonsa suunnitellaan kestävään käyttökohteesta riippuen vuodesta muutamaan vuosikymmeneen. Erityisesti vuosikymmeniä kestävien projektien osalta huoltotoimet ovat erittäin tärkeässä osassa, jotta laitteisto kestää koko vaaditun ajan. Tätä varten laitteistolle on jo käyttöönottaessa selvillä huolto-ohjelma sekä myös osittain päivitysohjelma uusien osien osalta. Huolto onkin tutkimuslaitoksessa laitteiden elinkaaren lopun strategioista toimenpide, joka on merkittävimässä osassa.

Huolto nousi esiin myös yhdessä kaupallisen puolen haastattelussa. Eräs tutkimuksen yrityksistä panostaa omien sanojen mukaan laadukkaisiin tuotteisiin ja tähän liittyy olennaisesti pitkä käyttöikä. On kuitenkin selvää, että tuotteet luonnollisesti kuluvat käytössä, minkä vuoksi yrityksessä on tiedostettu huollon ja korjauksen tärkeys. Tämän vuoksi yritys lupaakin tarjota vähintään viiden vuoden ajan varaosia tuotteisiinsa tuotannon loppumisen jälkeen, millä varmistetaan tuotteille pitkän käyttöiän asiakkaalla. Tässä toiminnassa yritykselle apuna toimivat valtuutetut myyjät, joiden avulla varaosia ja huoltopalveluita pystytään tarjoamaan lähempänä asiakasta.

Kunnostaminen ja uudelleenvalmistus

Kunnostaminen ja uudelleenvalmistus olivat hyvin pienessä osassa haastatteluiden kohdeyrityksissä. Kunnostaminen ei noussut terminä ylös kertaakaan haastatteluissa, kuten ei noussut uudelleenvalmistuskaan. Toisaalta uudelleenvalmistusta toteutetaan yrityksissä jossain määrin, kuten uudelleenkäytön käsittelyn yhteydessä mainittiin. Käytännössä tämä toteutuu siten, että joiltakin osin yritykset hyödyntävät vanhoja osia valmistessa uusia tuotteita, mutta tämänkaltaista toimintaa ei noussut missään haastattelussa erityisen suureen osaan.

Kierrätys

Kierrätys oli tuotteiden elinkaaren lopun strategisista vaihtoehdoista se, joka nousi useimmin esille haastatteluissa. Kaikissa haastateltavissa yrityksissä panostettiin ainakin jossain määrin kierrätykseen ja joillakin yrityksillä kierrätetyistä materiaaleista tehdyt tuotteet muodostivat merkittävän osan liiketoiminnasta.

Yleisemmällä tasolla kierrätyksellä tarkoitettiin yrityksen sisällä tehtävää jätteiden kierrätystä, vastaavaa toimintaa, mitä myös kuluttajapuolella tehdään kotitalouksissa. Yrityspuolella tätä kuitenkin varjostaa, että toiminnalle asetetaan huomattavasti enemmän painetta kuin kotitalouspuolella. Näin ollen asioihin kiinnitetään myös yritysten sisällä huomattavasti enemmän huomiota, jotta jätteet päätyisivät oikeisiin astioihin ja saisivat näin oikeanlaiset kierrätyksen ja käsittelyn.

”Elikä metallit päätyvät metallikierrätykseen ja paperit tai kuitutuotteet kuitukierrätykseen ja energiajakeet energiajakeeksi. Ja sitten mielellään semmoinen pönttö, mikä on kaatopaikalle menossa, saa olla mahdollisimman pieni ja tyhjä.” – B-4

Vaikka kierrätykseen liittyikin usein liiketoiminnallisia tavoitteita, nousi haastatteluista esille myös muut näkökulmat kierrätykseen liittyvät näkökulmat. Eräässä haastattelussa nousi esille, että kierrätyksen ytimessä asenne tonmien kierrätykseen, eikä vain eurojen. Näin ollen kierrätyksessä tulisi tavoitella mahdollisimman tehokkaaseen materiaalien hyödyntämiseen sen sijaan, että keskityttäisiin vaan arvokkaimpien materiaalien hyödyntämiseen. Liiketoiminnallisesti tämä toiminta on kuitenkin haasteellista.

Toisaalta tavoitteena ei kuitenkaan haastatteluiden perusteella saa olla, että aivan kaikki materiaalit pidettäisiin kierrossa. Lainsäädännöt ja säädökset muuttuvat, mikä vaikuttaa siihen, mitä materiaaleja tuotteissa voidaan käyttää. Toisaalta yrityksillä on omat näkökulmansa siitä, mitä aineita olisi hyvä pitää kierrossa. Joka tapauksessa nykyisellään kierrossa olevat tuotteet voivat sisältää materiaaleja, jotka ovat nykyisin kiellettyjä ja joutuvat tulevaisuudessa kiellettyjen aineiden listoille. Näiden vaarallisten ja haitallisten aineiden osalta onkin tärkeää, että ne saadaan pois kierrosta.

Biohajoavuus oli aihepiiri, joka nousi kahden yrityksen haastatteluissa esille. Toisella yrityksellä heidän liiketoimintansa perustuu pitkälti biopohjaisiin tuotteisiin, jotka ovat suurimmaksi osaksi biohajoavia. Toisessa yrityksessä taas biohajoavat tuotteet ovat uudempi asia tuotevalikoimassa, mutta määriltään laajentumaan päin. Biohajoavat tuotteet nähtiinkin näiden yritysten haastatteluissa tuotteina, joiden merkitys tulee tulevaisuudessa kasvamaan ja markkinoille tulee ilmestymään entistä enemmän biopohjaisia ja biohajoavia tuotteita.

Asiakaskunnat asettavat omia haasteitaan kierrätyksen kannalta. Tuotteita sinällään voitaisiin valmistaa kierrätetyistä raaka-aineista, mutta kaikki asiakkaat eivät hyväksy tuotteita, jotka ovat kierrätettyjä. Toisilla näihin on selvät syyt, koska kierrätetyt materiaalit saattavat sisältää epäpuhtauksia. Toisilla taas kyseisillä epäpuhtauksilla ei edes olisi mitään käytännön väliä, mutta asenteellisesti asiakkaat ei kierrätettyjä tuotteita hyväksy, vaan suosivat neitseellisistä materiaaleista valmistettuja tuotteita. Tulevaisuudessa kuitenkin paremmilla prosessointimenetelmillä voidaan epäpuhtauksien määrään vaikuttaa ja kierrätettyjen tuotteiden ympäristöargumenteilla voidaan asiakaskäyttäytymiseen vaikuttaa.

”Kierrätyshän on positiivinen asia sinänsä, mutta kun sä keräät sitä. Sitä tulee supermarketista, sitä tulee kotitalouksista, niin siellä voi olla kaikenmaailman epäpuhtauksia ja muita, niin välttämättä sä et ihan niitä kaikkia saa niin hyvin siitä pois, että sä voisit esimerkiksi semmoista tuotetta sitten myydä semmoisiin käyttökohteisiin, missä ne puhtausvaatimukset on korkeat.” – B-6

Toisaalta joillakin aloilla tuotantoprosesseissa materiaaleja muokataan niin paljon, ettei niitä pystytä enää saamaan samalle tasolle neitseellisten materiaalin kanssa. Tämä vaikuttaakin merkittävästi tuotteen kierrätysmahdollisuuksiin. Asia kuitenkin tiedostettiin yrityksessä ja siihen liittyen tehdään panostuksia, jotta tulevaisuudessa asiat voisivat olla toisin.

”Mutta kierrätyskohteita on aivan liian vähän tänä päivänä. Se on tulevaisuuden haaste. Meillä on hankala komponenttirakenne, jossa on [tarkemmin kuvattu tuoterakenne], josta sitä ei pysty kemiallisesti purkamaan. Tekniikan kehitystä tarvitaan paljon, että siellä ollaan parempia ja se on meillä yks tuleva tavoite, mutta se on varmaan semmoinen 10–15 vuoden tavoite, että onnistutaan siihen vaikuttamaan merkittävästi.” – C-1

Samaan aiheeseen liittyen nousi haastatteluissa esiin kierrätettyjen materiaalien luotettavuusongelmat raaka-ainekäytössä. Erään yrityksen olisi teoriassa mahdollista valmistaa tuotteita, jotka sisältäisivät huomattavasti enemmän kierrätysmateriaali, kuin tuotteet nykyisin sisältävät. Tämä kuitenkin aiheuttaisi selkeitä luotettavuusongelmia tuotteen toiminnassa. Näin olleen ainakaan nykyisillä tuotantotekniikoilla ei tuotteen kierrätysmateriaalipitoisuutta pystytty nostamaan tuotteen käytön turvallisuuteen vedoten.

Kierrätyksen osalta painottuukin toiminnassa se, että toisen kannalta jäte voi olla toiselle erityisen tärkeä raaka-aine. Eräässä haastattelussa painottuikin yrityksen kokeilevuus uusien materiaalien suhteen. Heillä on ollut monenlaisia projekteja liittyen eri teollisuuden alojen sivutuotteisiin ja jätteisiin, joita he ovat pyrkineet hyödyntämään omassa tuotannossaan. Näiden projektien osalta onkin ajoittain löydetty hyvin kierrätysmateriaaleja, joista yksi on toisen kohdeyrityksen, elinkaaren loppuvaihtoehdoiltaan hieman ongelmallinen, tuote.

Kierrätys kaikinensa korostui haastatteluissa asiana, johon yrityksissä panostetaan merkittävästi. Tuotteista tehdään sellaisia, että niiden sisältämistä materiaaleista mahdollisimman monet pystyttäisiin käyttämään uusiksi. Erilaisiin kierrätysmahdollisuuksiin myös tartutaan haastatteluiden perusteella innokkaasti, koska niiden avulla pystytään parantamaan esimerkiksi materiaalitehokkuutta ja näin saamaan aikaan taloudellisia säästöjä. Eräässä haastattelussa asenne kierrätykseen kiteytettiin osuvasti:

”Kaikki mahdollinen, mitä me ollaan keksitty kierrättää, on jo käytössä.” – G-1

Poltto

Poltto oli toimenpide, joka nousi erilaisissa yhteyksissä monissa haastatteluissa esiin. Asiassa nähtiin näkökulmasta riippuen monia hyviä asioita, mutta toisaalta toisissa haastatteluissa asiaan suhtauduttiin hyvin kriittisestikin. Pääasiallisena etuna polttamisessa nähtiin, että sillä on mahdollista saada energiaa talteen jätteistä, jotka muuten päättyisivät kaatopaikalle. Toisaalta polttamisen myötä jätteet katoavat kierrosta, mikä ei ajatusta materiaalikierrrosta.

Erästä kohdeyritystä polttaminen kosketti elinkaaren loppupään vaihtoehtona erityisen paljon, koska se on heidän tuotteensa varsinainen tarkoitus. Näin ollen polttamiseen liittyvät seikat liittyvät yrityksen toimintaan erityisen paljon. Sen sijaan, että mietittäisiin, mitä vaihtoehtoja polttamisen sijaan olisi, keskitytäänkin siihen, miten polttaminen voidaan tehdä ympäristöystävällisimmin. Käytännössä tämä tarkoittaa polttoaineen osalta tuotteen kehittämistä suuntaan, jossa siitä koituisi polttaessa vähemmän päästöjä ja ympäristökuormaa.

Kierrätysmateriaaleista valmistettavat polttoaineet nousivat esiin useammankin yrityksen kohdalla haastatteluissa. Erityisesti biopohjaiset kierrätyspolttoaineet koetaan ympäristön kannalta selvästi parempina vaihtoehtoina fossiilisiin vaihtoehtoihin verrattuna. Toiminnassa kuitenkin nähdään vielä paljon kehitettävää. Toisaalta tiettyjen yritysten osalta on jo saatu aikaan muutoksia, joiden kautta fossiilisten polttoaineiden käytöstä on päästy ainakin osaksi eroon kierrätyspolttoaineiden avulla.

”Nythän näillä kierrätyspolttoainejakeilla pystyttiin korvaamaan kivihiilen käyttö. Meillä oli joskus useita vuosia sitten ostettu yks-kaks lastillista kivihiiltä, joka

tuolla oli hätävarana varastossa odottamassa monta vuotta koskemattomana.” – B-4

Polton ristiriitaisuus tuotteiden elinkaaren lopun käsittelynä nousi esiin erityisesti yhdessä kohdeyrityksessä. Heidän alallaan on tyypillistä, että tuotteet poltetaan niiden elinkaaren lopussa. Toisaalta tätä ei koeta ympäristön kannalta erityisen hyvänä vaihtoehtona, oikeastaan päinvastoin. Ongelmana kuitenkin on, ettei juurikaan vaihtoehtoisia menetelmiä tällä hetkellä ole olemassa, minkä vuoksi poltto toimii pakollisena pahana kaatopaikan sijaan. Vastaavassa merkityksessä polttaminen nousi myös muissa haastatteluissa esiin.

Joissain [maissa] on tällaisia laitoksia, joissa [tuotteen] kerääminen johonkin tiettyyn tehtaaseen on järjestetty sen laitoksen pyörittäjän toimesta, ja se ruokkii sitten tehdasta. Mutta polttaminen on huono tapa. Tällä hetkellä tehdään sitä kamalan paljon, kun ei muuta pystytä, mutta jonain päivänä materiaaleja uudelleenkäytetään huomattavasti nykyistä isommassa määrässä. Se tulee mahdolliseksi ja meidän pitää toteuttaa se. – C-1

Toisaalta polttaminen nähtiin erään yrityksen toiminnassa osana kierrätysprosessia. Useammassa haastattelussa nousi esiin, että heillä poltetaan jätettä energianlähteen muille prosesseille. Toisaalta polttoprosessin myötä saadaan eroteltua jätteestä eroon metallia, joka voidaan erotella jakeista ja myydä takaisin markkinoille. Näin toteutuu kierrättäminen tiettyjen materiaalien osalta polttamisen kautta.

Kaatopaikka

Kaatopaikkasijoitus koettiin jokaisessa tutkimuksen yrityksenä negatiivisena asiana. Kyseisen toimenpiteen osalta olikin haastatteluissa huomattavissa, että sitä on toteutettu aikaisemmin enemmän, mutta nykyisellään toimenpiteestä on pyritty luopumaan lähes täysin. Tavoitteena yleisesti haastatteluiden perusteella onkin valmistaa tuotteita, joista mikään ei päätyisi elinkaaren lopussa kaatopaikalle, vaan kaikki mahdollinen pystytettiin tavalla tai toisella hyödyntämään jossain muualla.

Alueelliset erot

Tuotteiden elinkaaren lopun strategioihin ja vaihtoehtoihin liittyen nousi haastatteluissa esiin alueelliset erot eri käsittelyvaihtoehtojen välillä. Vaikka samoja tuotteita myydäänkin eri markkina-alueille ja käytetään samoissa tarkoituksissa, kokevat tuotteet kuitenkin elinkaarensa lopussa erilaisen kohtalon. Näihin syyksi todettiin kolmea erilaista syytä.

Ensimmäisenä näistä on yksinkertaisesti neitseellisten ja kierrätysmateriaalin suhteellinen määrä toisiinsa verrattuna. Tiettyjen tuotteiden osalta ei paikallisesti ole saatavilla neitseellisiä materiaaleja, kun taas kierrätysmateriaaleja on saatavilla merkittävästi. Tä-

män vuoksi kierrätystoimintaan on pakko panostaa enemmän ja materiaalit käyvät läpi useamman kierroksen tuotteissa. Toisaalta tilanne voi olla toisinpäinkin. Kun neitseellistä materiaalia on tarjolla runsaasti ja kilpailukykyiseen hintaan, ei koeta kierrätystoimintaa niin olennaisena.

Toisaalta kierrätyskäyttäytymiseen vaikuttavat olennaisesti maiden yleiset toimintatavat. Haastatteluissa nousi esiin, että esimerkiksi Pohjoismaissa on joidenkin tuotteiden osalta toimiva järjestelmä, jossa tuotteet kierrätetään asianmukaisesti. Vastaavasti samojen tuotteiden osalta ei esimerkiksi Venäjällä toimittu lainkaan samoin tavoin. Samankaltaisia järjestelmiä on yritetty kuitenkin luoda myös näille markkinoille, mutta alueellisesti niille ei koeta olevan niin paljon tarvetta.

Toisaalta yritysten toimenpideohjeet tuotteiden elinkaaren loppupään suhteen eroavat. Erään yrityksen osalta heillä on koko tuotevalikoimaa koskevat hävitysohjeet Suomen olosuhteissa. Näiden avulla on tarkoituksena tiedottaa asiakasta, miten eri tuotteiden osalta tulee toimia eri tilanteissa. Yritykseltä löytyy vastaavanlaista ohjetta esimerkiksi Baltian maissa sekä myytävissä tuotteissa. Venäjällä myytävissä kuluttajapuolen tuotteissa taas vastaavia ohjeita ei ole. Suurempien yritysasiakkaiden kanssa kuitenkin hävitystavoista käydään keskusteluja. Kuitenkin asiassa näkyy selkeitä eroja toimintaympäristöstä riippuen.

Lainsäädäntö

Lainsäädäntö koettiin monessa mielessä positiivisena asiana ekologisen kehittymisen näkökulmasta. Joiden alojen osalta haastatteluissa nimenomaan mainittiinkin, että lainsäädännön kautta toivotaan vaatimuksia tarkempien ympäristöohjeiden ja –vaatimusten suhteen, jotta yritykset asioita kehittäisivät eteenpäin. Mikäli kaikilla olisi samat pelisäännöt, niin eri alat pystyisivät yhdessä kehittämään ekologisuutta parempaan suuntaan.

”Se on ehkä, jos olisi maailmanlaajuinen päättäjä ja asettaisi siihen tavoitteita. Jos tänä päivänä [tuotteeseen] menee kaks prosenttia uusiomateriaalia, niin se olisi viiden vuoden päästä kahdeksan prosenttia ja 15 vuoden päästä 20 prosenttia, tai jotain.” – C-1

Toisaalta lainsäädäntö nähtiin osaltaan rajoitteena ympäristöystävälliselle toiminnalle. Esimerkiksi Suomessa lainsäädäntö rajoittaa sitä, mitä elinkaaren lopun tuotteita voidaan käyttää ja missä määrin. Erityisesti, jos asia todetaan lain mukaan jätteeksi, vaaditaan jätteidenkäsittelyyn erillinen lupa. Tämä tietysti estää materiaalin hyödyntämistä raaka-aineena.

”Mutta tässäkin on pientä haastetta lainsäädännöllisesti eli heti, kun esimerkiksi tämä [materiaali] määritellään, että se on jättestatuksella, niin me emme voi sitä käyttää, koska Suomen lainsäädäntö kieltää jätteidenkäsittelyn.” – G-1

Vastaavaan tapaan toisessa yrityksessä lainsäädännön rajoitteet nousivat esiin. Heillä on olemassa laitteisto, joiden avulla pystyttäisiin tietystä jätteestä ottamaan osa kierrätykseen osa ja käyttämään loput hyödyksi polttamalla. Yrityksellä on hankaluuksia saada kyseiset toimet käytäntöön lainsäädännön rajoitteiden vuoksi.

4.2.2. Tuotteiden takaisinkeruu ja käänteinen logistiikka

Kestävän kehityksen liiketoimintaan liittyen nousi haastatteluissa yleisemmällä tasolla esiin se, ettei kestävästä kehitystä juurikaan voi yksin toteuttaa, vaan siihen tarvitaan lähes aina verkostoajattelua ja –toimintaa. Yritysten tulee toimia yhdessä kumppaniensa ja toimitusketjunsä toimijoiden kanssa, jotta kestävä kehitys toimenpiteitä saataisiin toteutettua eteenpäin. Teoriassa yksinkin pystyttäisiin toimimaan kestävällä pohjalalla, mutta se vaatisi resursseja niin paljon, ettei yksittäisten yritysten ole syytä siihen panostaa, vaan pyrkiä enemmänkin toimimaan osana suurempia verkostoja.

”Totta kai pystyy olemaan [kestävä], mutta se vaatii älyttömän paljon resursseja, mutta kyllähän se mahdollista on.” – G-2

Tuotteiden elinkaaren loppupään toimintojen suhteen on ulkoisten palveluntarjoajien ja toimijoiden rooli haastatteluiden perusteella olennainen. Elinkaaren lopun tuotteiden käsittely ei suoraan ole varsinaisesti minkään yrityksen ydintoimintoja, eikä toisaalta yrityksillä ole suoraa vastuutakaan elinkaaren lopun tuotteista. Näin toimintaa ei voida tehdä yksinään, vaan on tarvetta yrityksille ja organisaatioille, jotka ovat tämän puolen erikoisosaajia.

Eri alojen välillä on haastatteluiden perusteella selkeitä eroja, miten esimerkiksi kierrätyksen suhteen oletetaan toimivan. Yleisesti tuotteiden todettiin etenevän ”normaaleja kierrätyskanavia ja –järjestelmiä” pitkin asiakkaalta käsiteltäväksi. Kuitenkin joillain aloilla on erilliset kierrätysjärjestelmät, joiden kautta tuotteet palaavat niiden vaatimiin elinkaaren lopun erityskäsittelyihin, olivat ne sitten tuotteiden uudelleenkäyttöä, kierrätystä tai polttamista.

”Yritykseen ei pääsääntöisesti palaudu vanhoja tuotteita. – – Kierrätyksen hoitavat normaalit kierrätysjärjestelmät.” – F-1

Yritysten sisäisessä toiminnassa erilaisten jätteiden käsittely on hoidettu lähes aina ulkoisten palveluntarjoajien puolelta. Toisin sanoen yritykset ovat järjestäneet toimipisteisiinsä erilaisia keräyspisteitä, joihin erilaiset jätteet kerätään ja joista ulkoinen palveluntarjoaja ne noutaa käsiteltäväksi. Toimenpide vaatii toimiakseen henkilökunnan sitouttamista oikeaoppiseen lajitteluun.

Useamman yrityksen osalta haastatteluissa nousi esiin omien sivutuotteiden ja jätteiden hyödyntäminen prosesseissa, jolloin ulkoista palveluntarjoajaa ei enää välttämättä vaadita kaikkien jätteiden käsittelyyn. Toisaalta välillä näitä projekteja lähdettiin haastatte-

luiden perusteella tekemään yhteistyössä ulkoisten palveluntarjoajien kanssa, jolloin yhteistyö jätteidenkäsittelyn osalta tiivistyi yritysten toimipisteiden sisällä. Joka tapauksessa näillä prosesseilla saadaan merkittävästi vähennettyä tehtailta ulos kuljetettavien jätteiden määrää.

Haastatteluissa painotettiin, että tuotteiden elinkaaren lopun toiminnassa korostuu hyvin paljon asiakkaan tai loppukäyttäjän vastuu. Heidän vastuullaan on hoitaa, että tuotteet päätyvät niihin kanaviin, kun niille on tarkoitettu. Näin ollen loppukäyttäjien tuleekin hoitaa esimerkiksi jätteiden lajittelu oikein, jotta palveluntarjoajat voivat tehdä prosessoida elinkaaren lopussa olevat tuotteet oikeaoppisesti. Mikäli tuotteet eivät pääse oikeanlaisiin käsittelyihin, eivät niille suunnitellut vaihtoehdot voi toteutua.

Yritykset voivat kuitenkin vaikuttaa merkittävästi loppukäyttäjien toimenpiteisiin. Tuotteissa olevat hävitysohjeet auttavat loppukäyttäjää toimimaan eri tuotteiden kanssa oikeaoppisesti. Toisaalta haastatteluiden kohdeyrityksissä osassa tarjotaan heidän asiakaskunnalleen neuvovaa puhelinta, josta voi kysellä tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteistä. Tämän avulla pystytään merkittävästi kannustamaan tuotteiden oikeaoppiseen hävitykseen sekä parantamaan sen toteutumista.

4.3. Elinkaaren loppupäätä koskeva päätöksenteko innovaatioprosessissa

Luvun 4 viimeisessä alaluvussa tarkastellaan tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevaa päätöksenteko innovaatioprosessin aikana. Ensiksi tarkastellaan, minkälaista päätöksentekoa tuotteiden elinkaaren loppupää huomioiden tuotesuunnittelussa ja –kehityksessä tehdään. Seuraavaksi tarkastellaan, missä vaiheessa prosessia päätöksentekoa tehdään. Kolmanneksi tarkastellaan erilaisia motivaatiotekijöitä, jotka vaikuttavat siihen, miksi tuotteiden elinkaaren loppupään asiat ovat yrityksille tärkeitä. Neljäntenä käydään läpi erilaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat siihen, miten tuotteiden elinkaaren loppupään asiat voidaan ottaa huomioon. Viimeisenä tarkastellaan aihepiiriin liittyviä työkaluja ja mitta-reita, joita yrityksissä on käytössä.

4.3.1. Päätösten luonne

Haastatteluiden perusteella kohdeyrityksissä tehtiin monenlaisia toimenpiteitä tuotekehityksessä ja –suunnittelussa, joiden tavoitteena on parantaa tuotteiden elinkaaren loppupään käsittelyä. Ajatus elinkaaren loppupään vaihtoehtojen huomioonottamiseen perustuu yleisemmin kestävä kehityksen periaatteilla toimimiseen. Kohdeyrityksissä siis huomioitiin tuotteiden elinkaaren loppupään asiat koko elinkaariajattelun ja kestävä kehityksen kannalta.

Erityisen tärkeässä osassa monien kohdeyritysten toimintaa oli niiden tuotteiden kierrättävyys. Näin ollen heidän kehitystoimissaan tehtiin ponnistuksia sitä kohtaan, että yritysten tuotteistaan pystyttäisiin kierrättämään entistä suurempi osa entistä helpom-

min. Samalla yritykset panostivat siihen, että heidän tuotteensa sisältäisivät entistä enemmän kierrätettyjä materiaaleja. Osalle yrityksistä kierrätetyt tuotteet muodostivatkin strategisesti merkittävän osan liiketoiminnasta.

Materiaalinkäyttö on asia, joka nousi monissa haastatteluissa esiin. Monissa yrityksissä panostetaan erilaisiin prosesseihin, joiden avulla pystyttäisiin hyödyntämään omasta prosessista muodostuvaa hukkatavaraa ja jätettä uusiksi prosessissa. Näin säästetään materiaalihankinnassa sekä pystytään toteamaan tuotteiden olevan resurssienkäytön kannalta ympäristöystävällisempiä. Toisaalta monissa kohdeyrityksissä hyödynnetään omaa prosessijätettä ja sivuvirtoja energiantuotannossa, millä saadaan aikaan energianhankinnan kannalta taloudellista hyötyä.

”Esimerkiksi se, että kaikki meidän prosessijätettä poltetaan nyt, eikä ajeta kaatopaikalle. Mehän saamme energiaa siitä. – – Ja sitten tietysti tulevaisuudessa voi varmaan vielä miettiä, että miten me hyödynnetään, miten me käytetään sitä [jätettä], mitä sieltä tulee uudestaan.” – A-4

Jätteiden hyödyntäminen voidaan nähdä vaiheittaisena prosessina. Ensiksi yritys pyrkii eroon kaatopaikalle menevästä jätteestä esimerkiksi polttamalla omat jätteensä. Seuraa vaksi taas pyritään löytämään tapoja, joilla poltettavat asiat voitaisiinkin käyttää jopa hyödyksi tuotannossa. Toisaalta tämä vaatii tuotekehitykseltä merkittäviä harppauksia, jotta tuotteet ja tuotantomenetelmät olisivat sopivia näihin toimenpiteisiin.

”Siinä vaiheessa myös meidän tuotekehityksessä, pitää ruveta ottamaan huomioon sitä, että ne tuotteet pitää olla rakennettu sillä tavalla, että ne olisi mahdollisimman helppoja uudelleenkäyttää.” – A-3

Materiaalinkäytön ohella materiaalivalinnat on asia, joka nousi oikeastaan jokaisen yrityksen haastatteluissa esiin aihepiirissä tai toisessa. Materiaalivalintoja voidaan tehdä esimerkiksi siten, että materiaalit olisivat mahdollisimman ympäristöystävällisiä. Tämä voi käytännössä tarkoittaa esimerkiksi kieltolistojen käyttöä tuotekehityksessä. Kielto-listojen osalta menettelytapoja on erilaisia. Kielto-listat perustuvat pääosin EU- tai Suomen lainsäädäntöön. Toisaalta osassa yrityksistä käytetään lisäksi esimerkiksi kansalaisjärjestöjen listoja ja omia ennustuksia tulevaisuudessa kiellettävistä aineista. Ennakointi tässäkin aiheessa on tärkeää. Mikäli jokin tuotteen raaka-aineesta joutuu kieltolistalle, täytyy se poistaa tuotteesta ja korvaavan raaka-aineen löytäminen voi olla välillä hankalaa.

”Toki se vaaralliseksi luokiteltu raaka-aine tarkoittaa myös sitä, että se voi olla ympäristölle vaarallinen. Niitä me pyritään todella kovasti välttämään. – – EU:sta tulee esimerkiksi nämä tietyt ainelistat, mitkä ovat hyvin vaaralliseksi luokiteltuja tai biokertyviä. Se tarkoittaa sitä, että jos tuonne listalle joutuu jokin meidän raaka-aineista tai raaka-aineen osa, niin se on yleensä tappo eli meidän täytyy korvata se jollain muulla.” – G-1

Materiaalivalintoja tehtäessä tunnistettiin realiteetit, joilla tuotteiden osalta kuluttajat toimivat. Suurin osa tuotteista päätyy oikeaoppisesti kierrätettäväksi ja käsiteltäväksi, mutta eivät kuitenkaan kaikki tuotteet. Näin siis osa tuotteista saattaa joutua sellaisenaan luontoon. Tällöin tuotteelle on eduksi, jollei se sisällä ympäristölle haitallisia materiaaleja ja on biopohjainen. Tällöin tuote ei luontoon joutuessaankaan ole luonnolle haitaksi, vaan ajan myötä maatuu, jolloin ekologisia haittoja ei koidu luonnolle. Biopohjaiset tuotteet ovatkin haastatteluiden perusteella lisääntymässä päin niiden monien ympäristötietojen vuoksi.

”Toinen on se, että moniin muihin kilpailijoihin ja kilpailijoiden materiaaleihin verrataan, niin tietysti me toivotaan, että se palautuu kierrätykseen, jolloin me voidaan käyttää sitä ikään kuin uudestaan. Mutta jos nyt näin ei kävisikään, vaan [tuote] joutuisi tuonne metsään taikka järveen, mitä mä en missään nimesä toivo, niin se ei olisi kuitenkaan vielä katastrofi. Se maatuksi sinne, melko pian, ja siitä ei olisi mitään ongelmaa kellekään.” – B-6

Materiaalivalinnoilla vaikutetaan tuotteiden palaessa syntyviin päästöihin ja jätteisiin. Erityisen suuressa osassa tämä on yhdessä kohdeyrityksessä, jonka tuotteen tarkoitus on tuottaa energiaa. Energiantuotannon kannalta on kuitenkin paljon erilaisia vaihtoehtoja. Näin ollen materiaalivalinnat ja niihin liittyvä kehitystyö vaikuttaakin merkittävästi siihen, minkälaisia päästöjä ja jätteitä palamisen seurauksena syntyy.

Lisäksi modulaarisuus on asia, johon osassa kohdeyrityksistä on tuotekehityksessä panostettu. Modulaarisen suunnittelun avulla pystytään saavuttamaan etuja kokoonpanossa ja kustomoinnissa, mutta sillä on etunsa myös tuotteiden loppukäsittelyssä. Modulaarisen tuoterakenteen avulla pystytään nimittäin helpottamaan tuotteiden purkamista. Kun tuote on moduuli-pohjainen, pystytään siitä purkutilanteessa erottelemaan helpommin erilleen eri osuudet ja näin esimerkiksi tietyt moduulit tai osat saadaan erilleen uudelleenkäyttöä varten. Toisaalta materiaaleiltaan erilaiset moduulit saadaan eroteltua kierrätyksen edistämiseksi.

Pitkäkestoiset ja pitkäikäiset tuotteet ovat asioita, jotka ovat monien yritysten tavoitteissa haastatteluiden perusteella. Tämä asettaa haasteita tuotteiden elinkaaren loppupään käsittelyiden kannalta, sillä ajan kuluessa elinkaaren loppupään toimenpiteet kehittyvät ja nykytilanteen valossa on hankalaa ennustaa, miten vuosikymmenten päästä toimitaan. Toisaalta pitkäkestoisuus on ekologisesta näkökulmasta eduksi, koska tuotteet kestävät pidempään, jolloin niitä ei pääse elinkaarensa loppuun määrällisesti niin suuria määriä.

4.3.2. Päätöksenteko innovaatioprosessin eri vaiheissa

Haastatteluissa keskusteltiin siitä, missä vaiheissa innovaatioprosessia ympäristöasioihin kiinnitetään huomioita. Tähän liittyen kohdeyrityksissä onkin konsensus, että ympäristöasiat täytyy pitää mukana koko prosessin ajan. Näin ollen haastatteluissa ei muodostunut selkeää kuvaa siitä, että ympäristöasiat olisivat jotenkin erityisen tärkeitä jos-

sakin tietyssä vaiheessa prosessia. Haastatteluissa kuitenkin painotettiin sitä, ettei aihepiiriä saa unohtaa ja se pitää ottaa mukaan tarkasteluun jo alkuvaiheessa suunnittelu- ja kehitysprosessia, että asiaan pystytään oikeasti vaikuttamaan.

”Ei voi puoli vuotta ennen tuotteen valmistamista päättää, että hetkinen meidän täytyy vielä tämä kierrätyselementtikin tai elinkaari loppu huomioida, vaan sen pitää olla ihan alusta lähtien [mukana].” – C-1

4.3.3. Motivaatio tuotteiden elinkaaren loppupään huomioimiseen

Kestävä kehitys todetaan useammassakin haastatteluiden kohdeyrityksessä olevan nykyisin yrityksen toiminnan ajuri. Näin ollen kestävä kehitys ohjaa yritysten toimintaa ja tuotteiden elinkaaren loppupään asioiden huomioonottaminen on olennainen osa kestävä kehityksen mukaista liiketoimintaa. Syitä, miksi kestävä kehitys on sellaisen roolin yrityksissä saanut, löytyy yrityksistä useita.

Kohdeyritysten joukossa on perheomisteisia yrityksiä, joissa kestävä kehityksen teemat tulevat omistajien intresseistä. Yritysten agendassa ei ole ainoastaan hakea vaan liiketoiminnallista voittoa, vaan siinä ohessa pyrkii toimimaan mahdollisimman ekologisesti. Toisaalta haastatteluissa mainittiin kärjistäen, että monilla aloilla ekologisimmilla mahdollisella tavalla toimiminen tarkoittaisi, ettei tuotteita tehtäisi ollenkaan. Tällöin ei kuitenkaan kestävä kehityksen taloudellinen ja sosiaalinen puoli toteutuisi, joten jokin on valmistettava ja pyrittävä siltä osin mahdollisimman ekologiseen tulokseen.

Kestävällä pohjalla toimien saadaan aikaan taloudellisia etuja. Kun esimerkiksi saadaan jokin sivuvirta tai jäte hyödynnettyä tuotannossa, on se taloudellisesti kannattavaa, kun materiaalitehokkuus kasvaa ja raaka-aineostot vähenevät suhteessa valmiisiin tuotteisiin. Vastaavasti uudelleenkäytettyjen osien ja laitteiden osalta on selvää, että kaikki vanha, mitä voidaan käyttää uusiksi, tuo kustannussäästöjä hankintapuolella.

”Sitten täällä tuotantoelämässä on silleen helppoa, kun siinä on tämmöinen suora kustannussynergia. Jos sä toimit kestävästi, niin se tulee kalliimmaksi. Se, että se tuntuu moraalissa hyvältä toimia, ja yrittää toimia mahdollisimman kestävästi tavalla, niin se tuntuu vielä sitten tuloksissakin.” – B-1

Lainsäädännön osuus kestävä kehityksen ajurina nousi usein haastatteluissa suureen osaan. Lainsäädännön kautta pakotetaan yrityksiä tekemään uudistuksia toimintaansa ja tuotteisiinsa, jotka parantavat niiden ympäristöystävällisyyttä. Toisaalta lainsäädännön osalta peräänkuulutettiin tasapuolisuutta. Yritysten sisällä vallitsevan mielipiteen mukaan on oikea suunta, että ekologisuuksi ajettiin eteenpäin, mutta samalla se asettaa yrityksiä erilaisiin asemiin. Joissakin maissa ympäristölainsäädäntö on selkeästi toisia ankarampi, minkä vuoksi esimerkiksi Suomessa valmistetaan ympäristöystävällisempiä ja

vastuullisempia tuotteita kuin muualla, mutta toisaalta niiden valmistus on kustannuksiltaan kalliimpaa.

Toisaalta lainsäädännön osalta kaivataan johdonmukaisuutta. Tuotekehityksen kannalta on erittäin haasteellista, mikäli esimerkiksi ympäristölainsäädännön osalta linjaukset vaihtelevat selkeästi. Tällöin ei projektien alussa voida tietää, miten tuotteet ja prosessit suhteutuvat tulevaisuudessa lainsäädäntöön. Näin projektien kautta kehitetyt tuotteet eivät jonkin säädöksen vuoksi pääse ikinä markkinoille niiden kehityksen loppuessa.

”Mutta kyllähän tuossa, kun puhuttiin, niin lainsäädäntö ohjaa tätä tosi paljon. Sieltä tulee se semmoinen valtava epävarmuus. Hallitus vaihtuu niin mitähän se nyt linjaa, ja sitten taas kaikki muuttuu.” – E-1

Asiakaskuntien vaativuus vaikuttaa haastatteluiden perusteella yritysten toimintaan ja tuotekehitykseen. Yhä useammat asiakkaat ovat ympäristö- ja vastuullisuusasioiden suhteen entistä tarkempia, joten yritysten tulee toimia näiltä osin asiakkaiden odottamalla tavalla. Asiakkaat ovat siis entistä tarkempia siitä, minkälaisia tuotteita he ostavat, miten tuotteet ovat pakattu ja miten ne käytössä suoriutuvat ympäristönäkökulmat huomioon ottaen.

”Ihmiset on ruvennut nyt ymmärtämään sen, että jos puhutaan [materiaalista A] ja [materiaalista B], niin [materiaalia A] voidaan materiaalia kierrättää ja hyödyntää aika pitkälle. Mutta tämän [materiaalin B] kanssa meillä on ollut ko-koajan ongelmia. Nyt kaikkia turpoo, pursuaa ja kaatopaikat on täynnä [materiaalia B].” – B-3

Asiat leviävät nykymaailmassa nopeasti. Mikäli yrityksessä ei ympäristöasioita ajateltaisi, niin tämä leviää nopeasti asiakkaiden keskuudessa. Pienet virheet ja huolimattomuuden ympäristön suhteen näkyvät pitkään asiakkaiden ostokäyttäytymisessä. Negatiivisesta julkisuudesta on nimittäin haastatteluiden perusteella hyvin hankala päästä eroon, minkä vuoksi on erityisen tärkeää, ettei ympäristön suhteen tehdä laiminlyöntejä ja virheitä.

Yritykset kokevat, että heillä on vastuuta tuotteiden loppukäsittelymahdollisuuksista. Tuotekehityksen kautta tehdään ne valinnat, jotka suoraan vaikuttavat siihen, miten tuotteita niiden elinkaaren loppupäässä voidaan käsitellä. Tämän vuoksi yrityksissä halutaan kiinnittää huomiota siihen, että tuotteet olisivat elinkaaren lopussa mahdollisimman ympäristöystävällisiä.

4.3.4. Päätöksentekoon vaikuttavia tekijöitä

Yrityksille löytyi siis monenlaisia syitä ja motivaattoreita siihen, miksi ympäristöasioihin täytyy ottaa huomiota tuotekehityksessä. Toisaalta on erinäisiä tekijöitä, jotka vai-

kuttavat siihen, miten näitä asioita voidaan ottaa huomioon tuotekehityksessä ja miten asioita voidaan viestiä yrityksen ulkopuolelle.

Materiaalivalinnoissa voidaan totta kai pyrkiä aina suhteessa ympäristöystävälliseen vaihtoehtoon. Kuitenkin tietyissä tuotteissa asettavat materiaalein ominaisuudet sen, että vain tiettyjä materiaaleja voidaan käyttää tuotannossa. Tällaisia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi materiaalin magneettisuus, sähkönjohtavuus, pinnanlaatu tai kovuus. Nämä ominaisuudet säätelevät hyvin tarkasti sen, mitä materiaaleja ylipääntensä voidaan käyttää. Joissakin tapauksissa se rajaa vaihtoehdot niin pieneen osaan, ettei tuotteiden elinkaaren loppupään vaihtoehtojen tai ympäristöasioiden yleisemmälläkään tasolla käsitteilyyn jää juuri vaihtoehtoja. Tällöin toiminnassa voidaan toisaalta todeta olevan selkeitä puutoksia, joiden mukaan materiaalikehitystä voidaan lähteä ajamaan eteenpäin.

Yritysten kannalta voikin välillä olla hankalaa määritellä, mihin heidän tulisi tuotteissaan panostaa. Asiakkaiden asenteet ja suhtautumiset vaikuttavat yritysten tekemiin valintoihin. Mikäli asiakaskunta ei erityisesti arvosta ympäristöasioita, vaan perustaa valintansa pääosin hintaan, ei yrityksiä ole mahdollista myydä kalliimpia tuotteitaan ympäristöasioihin vedoten. Mikäli asiakkaat taas saadaan arvostamaan kestävän kehityksen mukaista liiketoimintaa sekä siihen liittyvien ympäristöasioiden ja sosiaalisen aspektien huomioonottamista, on kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti tuotettuja tuotteita huomattavasti myydä.

Lainsäädäntö määrittelee materiaalinkäyttöä ja materiaalivalintoja sekä hyvässä että huonossa. Toisaalta se kieltää ympäristölle haitallisten aineiden käyttöä tuotteissa, mutta toisaalta se rajoittaa yritysten kokeilevuutta uusien materiaalien suhteen. Lainsäädännön epävarmuus ja muuttuminen asettaa yrityksille haasteita raaka-aineiden suhteen. Energiapoliittisesti lainsäädäntö vaikuttaa siihen, minkälaisia energianlähteitä käytetään. Kannustinjärjestelmien kautta pystytään vaikuttamaan, mitä energianlähteitä yritykset ja kuluttajatkin käyttävät.

4.3.5. Työkalut ja mittarit

Yleisempien tuotekehityksen työkalujen tapaan ei myöskään tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevien työkalujen ja mittareiden osalta päästy haastatteluissa kovinkaan syvälle aihepiiriin. Kuitenkin joltain osin aihepiiriä sivuttiin siltä osin, kun yritykset pystyvät asioista kertomaan ulkopuolisille tahoille.

LCA eli elinkaariarviointi oli asia, joka nousi useampaakin yritystä koskevassa haastattelussa esiin. Haastatteluiden perusteella toimenpidettä käytetään hyvin eriävissä määrin. Eräässä yrityksessä työkalu on ollut käytössä jo 2000-luvun alusta koko tuotevalikoiman osalta. Toisessa yrityksessä taas toimenpidettä on aloitettu toteuttaa vasta viime vuosina ja nytkin vain osan tuotteista kohdalla. Kolmannessa taas LCA:ta toteutetaan Cradle to Gate –periaatteella, eli mittaaminen perustuu omiin toimenpiteisiin tuotetta

kohtaan, jolloin esimerkiksi tuotteiden elinkaaren loppupäätä ei huomioida täysin mitaamisessa.

Lisäksi jo tuotekehityksen kohdalla mainituista mittareista esimerkiksi jäte- ja päästömittarit koskevat joltain osin myös tuotteiden elinkaaren loppupäätä. Erityisesti kohdeyrityksessä, jossa tuote on poltettava, korostuvat päästömittaukset elinkaaren lopun näkökulmasta. Mitä vähemmän päästöjä ja palamistuotteita syntyy, ja mitä ympäristöystävällisempiä ne ovat, sitä parempi elinkaaren lopun kannalta tuote on. Toisaalta muissakin tuotteissa voidaan ottaa huomioon näitä samoja seikkoja.

5. TULOSTEN TARKASTELU

Tässä luvussa tarkastellaan työn tuloksia. Luvussa todetaan työn tärkeimmät ja keskeisimmät havainnot ja peilataan niitä aihepiiriin liittyvään kirjallisuuteen. Tuloksia tarkastellaan työn kolmen alatutkimuskysymyksen kautta. Ensimmäisenä tarkastellaan innovaatioprosessia, sen vaiheita ja päätöksentekoa. Toisena tarkastellaan tuotteiden elinkaaren loppupään strategioita ja strategisia vaihtoehtoja. Kolmanneksi ja viimeiseksi käydään läpi tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevaa päätöksentekoa osana innovaatioprosessia.

5.1. Innovaatioprosessi

Ensimmäisessä alaluvussa tarkastellaan tutkimuksen ensimmäistä tutkimuskysymystä. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, minkälaisia yritysten innovaatioprosessit ovat vaihtelevia, minkälaisia osallistujia prosessiin on, mitkä ovat prosessin tavoitteet ja minkälaisia työkaluja ja mittareita prosessissa käytetään. Kysymys muotoiltiin:

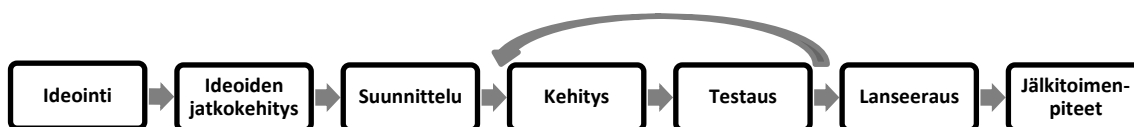
Minkälaisia ovat yritysten innovaatioprosessit?

Tutkimuksen kohdeyritykset eroavat toisistaan merkittävästi kooltaan, organisaatiomalleiltaan ja toimintaympäristöiltään. Näistä syistä kohdeyritysten tuotesuunnittelu ja –kehitysprosessien välillä on pieniä eroja. Näin ollen työn tulosten perusteella ei voida muodostaa täysin yleispätevää kaikkia yritykset kattavaa mallia innovaatioprosessista kokonaisuutena. Toisaalta tutkimuksen kohdeyrityksien prosessimalleista on mahdollista huomata selkeitä samankaltaisuuksia.

Pääosin yritysten innovaatioprosessit kulkevat kirjallisuuskatsauksessa esitettyjen mallien tapaan. Malleja ei kuitenkaan haastatteluiden perusteella noudateta missään yrityksessä täysin orjallisesti, vaan niitä sovelletaan enemmän projektikohtaisesti. Esimerkiksi, vaikka prosessi muistuttaisikin Cooperin (2001) Stage-GateTM-mallia, kuten osassa haastatteluista mainittiin, ei yrityksissä noudatettuja portteja niin orjallisesti. Näin ollen mallin mukaista täsmällistä arviointia tietyissä kohdissa ei toteutettu, vaan seuraamista toteutetaan liukuvammin projektin edetessä.

Yrityskontekstissa painottui prosessien iteratiivisuus. Esimerkiksi kehityksessä ja testauksessa joudutaan toistamaan asioita yleensä useamman kerran, jotta prosessissa päästään eteenpäin. Kirjallisuuskatsauksen käsittelyssä tämä ei juuri korostunut, vaikka se mallien vaiheissa onkin sisäänrakennettuna. Käytännön tilanteissa iteratiivisuus kuitenkin tarkoittaa sitä, että esimerkiksi Stage-Gate-mallin vaiheita 3 ”kehitys” ja 4 ”testaus

ja validointi” joudutaan toistamaan useaan kertaan ja aina portin kohdalla arvioidaan onko päästy haluttuun tasoon. Tämä on näkyä korostettuna kuvassa X.



Kuva 14. Yleiskuva innovaatioprosessista haastatteluiden perusteella

Haastatteluissa nousi kahdessa esille aikainen prototyyppien ja koe-erien valmistus. Näin ollen prosessin alussa on tärkeää saada aikaan jotain konkreettista, jota päästään jo aikaisessa vaiheessa testaamaan, jotta nähdään, onko ideassa potentiaalia. Vasta tämän jälkeen tuotetta aletaan kunnolla jatkokehittämään sellaiseen muotoon, kun siitä halutaan markkinoille julkaistavassa muodossa tehdä.

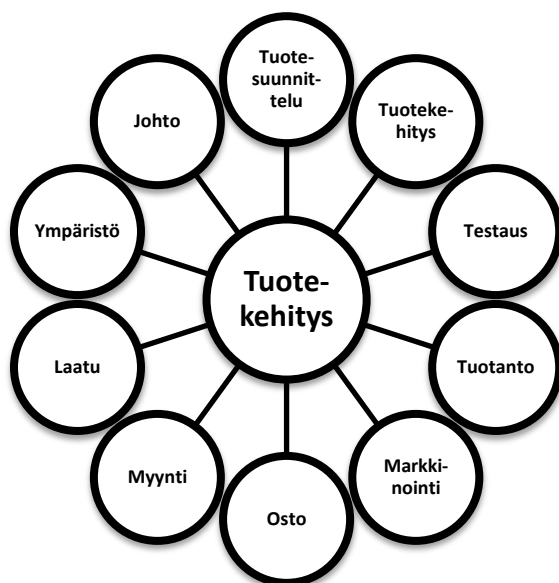
Tuotekehitystoiminnan toimimiseksi ja onnistumiseksi ei haastatteluiden perusteella tarvitse noudattaa tiettyjä strukturoituja prosesseja. Myös strukturoimattomin keinoin voivat kehitystoimet olla tehokkaita ja toimivia. Kahdessa tutkimuksen kohdeyrityksessä ei käytetty ennalta sovittuja kaavoja, vaan projektit hoituivat tuotekehityspäälliköiden ohjauksen mukaan projektikohtaisesti. Tämä kuitenkin vaatii toimiakseen päällikön, jolla on kokemusta vastaavien projektin johtamisesta.

Haastatteluissa korostui kaupallistamisen haasteellisuus. Työ ei ole vielä ohi, kun tuote on saatu kehitettyä ja testattua toimivaksi, vaan tuote pitää myös saada tuotannollistettua. Tämä vaihe koetaan useissa kohdeyrityksissä haastavaksi, koska tuotantolaitteistoon ja -prosesseihin täytyy tehdä merkittäviä muutoksia, jotta uudenlaiset tuotteet saadaan valmistettua tehokkaasti. Toisaalta yrityksissä panostetaan tuoteperheisiin ja modulaarisuuteen, joiden avulla näitä ongelmia pystytään lieventämään.

Kirjallisuuden mukaan prosessin alkupää on usein haastava, kun lopullisesta tuotteesta ei vielä tiedetä paljoa (Herstatt & Verworn 2001; Koen et al. 2002). Toisaalta tällöin vaikutettavuus tuotteeseen on suurimmillaan. Alkupään onnistuvuus onkin todettu onnistuneen tuotekehitystoiminnan tukipilariksi (Cooper 1988). Haastatteluissa tämä alkupään haastavuus ei erityisesti noussut esille. Alkupään merkityksestä haastatteluissa kerrottiin se, että useissa yrityksissä osallistettiin prosessin alkuvaiheissa mahdollisimman monenlaista osaamista mukaan ideoimaan uutta ja arvioimaan näitä ideoita. Näin saataisiin mahdollisimman monipuolisia ideoita, joissa yhdistyisivät esimerkiksi myynnin ja markkinoinnin tarpeet, tuotekehityksen toteutusideat ja tuotannon valmistettavuus.

Muuta osaamista hyödynnetään myös projektin myöhäisemmissä vaiheissa. Tiivis yhteistyö tuotannon kanssa prosessin aikana edistää tuotteiden tuotannollistamista. Toisaalta kommunikointi markkinoinnin ja myynnin kanssa edistää tuotteen kaupallistamista. Lisäksi ohjausryhmän ajoittainen valvonta ja arviointi prosessista koettiin hyödylliseksi. Kokonaisuudessaan prosessin aikana kehitystoimintaan voi osallistua lähes koko

organisaatio omalla työpanoksellaan. Erilaisia osallistuvia osastoja on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Tuotekehitykseen osallistuvia yritysten eri osastoja.

T&K-toiminnan tavoitteiden kannalta haastatteluissa nousi erityisesti esiin ennakoiva toiminta. Pitääkseen yllä kilpailukykyään täytyy yrityksen pystyä ennustamaan, minkälaiset markkinat ovat tulevaisuudessa ja suunnata kehitystoimiaan tähän suuntaan. Ennustaminen on tietysti aina hankalaa, erityisesti, jos ala on kokemassa jonkinlaista murrosta. Tällöin tilannetta kuvastaakin hyvin ”sumeaa alkupää”, koska koko ala on tietämättömän siitä, mihin suuntaan edetään.

Työkalujen osalta tarkastelu jäi hyvin pintapuoliseksi, koska yritykset kokivat heidän käyttämänsä työkalut osana kilpailukykyyn lähdeksi, minkä vuoksi niistä ei puhuta yritysten ulkopuolelle. Näin ollen vertailua kirjallisuuden työkaluihin ei päästy tekemään. Erilaisia tuotekehityksen mittareita kuitenkin pystyttiin avaamaan jonkin verran. Näistä erityisesti budjetin ja aikataulun mittaaminen nousivat esiin lähes jokaisessa haastattelussa projektin yleisen edistymisen mittareina. Toisaalta esimerkiksi ympäristönäkökulmien asiat, kuten energia- ja materiaalihukkuus, jätemäärät, päästöt ja vedenkulutus olivat monilla yrityksillä tärkeitä mittareita toiminnan kehittämisen kannalta.

5.2. Elinkaaren loppupään strategiat ja vaihtoehdot

Toisessa alaluvussa käydään läpi tutkimuksen toista tutkimuskysymystä, joka koski yritysten tuotteiden elinkaaren lopun strategioita ja strategisia vaihtoehtoja. Tavoitteena oli selvittää, minkälaisia vaihtoehtoja yritysten tuotteille on niiden elinkaaren lopussa, millä lailla yritykset itse hyödyntävät elinkaarensa loppuun päässeitä tuotteita sekä miten eri vaihtoehtoihin yrityksissä suhtaudutaan. Aihepiiriin liittyen tarkastellaan myös käänteistä logistiikkaa. Tiivistetysti toinen tutkimuskysymys muotoiltiin:

Minkälaisia vaihtoehtoja tuotteille on niiden elinkaaren lopussa ja miten yritykset hyödyntävät itse elinkaaren päähän päässeitä tuotteita?

Tuotteiden elinkaaren loppupään strategisista vaihtoehtoista useimmin haastatteluissa nousi esiin kierrätys ja siihen panostaminen. Yrityksissä kuitenkin toteutettiin muitakin vaihtoehtoja. Esimerkiksi uudelleenkäyttöä, huoltoa ja korjausta toteutettiin joltain osin. Kunnostamista ja uudelleenvalmistusta ei juurikaan kohdeyrityksissä toteutettu. Poltto nousi esiin useamman yrityksen kohdalla haastattelussa. Kaatopaikka nähtiin pakollisena pahana ja viimeisenä vaihtoehtona, mikäli muita menetelmiä ei voida käyttää.

Kirjallisuuden mukaan uudelleenkäyttö on elinkaaren loppupään toimenpiteistä ympäristöystävällisin, koska siinä ei vaadita erityisiä toimenpiteitä, vaan tuote voi mennä sellaisenaan uudestaan käyttöön (Rose 2000). Yrityksissä on huomattu tämä vaihtoehto ja sitä käytettiin erityisesti laitteistojen ja pakkausten osalta. Näin saadaan aikaan kustannussäästöjä, kun kallista laitteistoa ei tarvitse aina valmistaa uusiksi, vaan vanhoja voidaan hyödyntää. Vastaavasti osatason uudelleenkäyttöä toteutettiin osassa tutkimuksen organisaatioita. Toisaalta tätä toimintaa voidaan osittain kutsua uudelleenvalmistukseksi, mitä ei kuitenkaan terminä mainittu haastatteluissa.

Pakkauksien osalta uudelleenkäyttöä toteutetaan yritysten sisällä suurempien pakkauksien, kuten konttien, osalta. Lisäksi asiakkaita kannustetaan säilyttämään pakkaukset, koska niitä voidaan hyödyntää myöhemmin esimerkiksi tuotteen säilömiseen ja siirtämiseen. Myös kirjallisuudessa (Greenpeace International 2009) mainittua elektronisten laitteiden viemistä kehitysmaitiin toteutetaan yhdessä tutkimuksen organisaatiossa. Tämä kuitenkin perustuu vapaaehtoistoimintaan organisaation sisällä, johon löytyy organisaatiosta kannustava hyväksyntä.

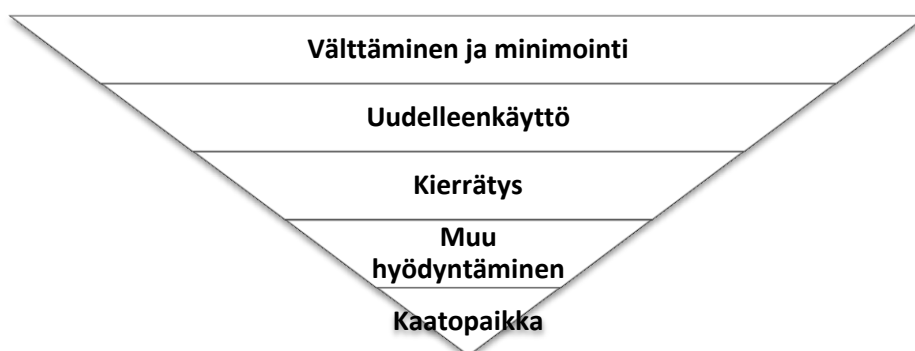
Huolto- ja korjaustoiminta nähdään yrityksissä hyödyllisenä ja tärkeinä, koska sen avulla pystytään merkittävästi parantamaan tuotteiden ja laitteiden elinikää. Huoltotoiminnot eivät kuitenkaan nousseet haastatteluiden perusteella kohdeyrityksissä erityisen tärkeäksi asiaksi liiketoiminnallisesti. Toisaalta tähän vaikuttavat luonnollisesti kohdeyritysten toimialat ja tuotteet. Samat seikat vaikuttavat siihen, että kunnostamista ja uudelleenvalmistusta ei yrityksissä juurikaan harrastettu.

Kuten mainittua, kierrätystä toteutettiin yrityksissä eniten ja siihen panostettiin eniten. Kaikkien yritysten kohdalla nousi ainakin jossain määrin haastatteluissa esiin kierrätettyjen materiaalien käyttö tuotteissa tai tuotteiden kierrätys. Toisaalta haastatteluissa nousi kierrätyksen osalta esiin yleisellä tasolla se, että kierrätys koskee oikeastaan jokaista henkilöä. On tärkeää, että jätteet lajitellaan yrityksissä, kuten on myös tärkeää, että yksittäiset ihmiset toimivat näin sekä töissä että vapaa-ajalla. Näin pystytään parantamaan eri materiaalien kierrätysasteita sekä tehostamaan kierrätysprosesseja ja realisoimaan kirjallisuuskatsauksessa läpikäytyjä kierrätyksen energiankäytöllisiä ja päästömäärällisiä säästömahdollisuuksia. Joidenkin materiaalien kohdalla koetaan, että kier-

rätys- ja tuotantoprosesseissa on vielä hyvin paljon kehitettävää. Kehityksen avulla materiaaleista saataisiin kierrätettävämpiä ja tuotteiden kierrätysmateriaalipitoisuuksia voitaisiin nostaa.

Poltto nousi haastatteluissa usein esiin ja se toimi yhden kohdeyrityksen tuotteen käyttö-tarkoituksena. Poltto nähdään positiivisena siinä mielessä, että sillä pystytään saamaan jätteestä energia talteen sen sijaan, että jätteet menisivät vain kaatopaikalle. Kuitenkin yrityksissä oli näkökulmana saada materiaalit mieluummin kiertoon kuin, että ne poltettaisiin pois kierrosta. Toisaalta esimerkiksi biopohjaiset kierrätyspolttoaineet koettiin energianlähteinä selkeästi parempina vaihtoehtoina fossiilisten polttoaineiden käyttöön verrattuna.

Kaiken kaikkiaan yrityksissä otetaan ympäristöasiat huomioon monipuolisesti ja elinkaaren loppupään asiat saavat tästä oman huomionsa. Eräässä haastattelussa mainittiin jätteitä suhteen käytettyä hierarkiaa, joka on esitetty kuvassa 16. Hierarkia perustuu samaan logiikkaan, joka esiintyy kirjallisuudessa tuotteiden elinkaaren loppupään vaihtoehtojen suhteen. Saman hierarkia tapaista toimintaa toteutetaan muissakin haastatteluiden kohdeyrityksissä, vaikkei hierarkiaa suoraan muissa haastatteluissa mainittukaan.



Kuva 16. Ekologisen kestävän kehityksen hierarkia jätteiden suhteen

Ensisijaisesti tavoitteena on tehdä tuotteita siten, että rasitetaan mahdollisimman vähän ympäristöä. Toiseksi tuotteille, tuotteen osille ja komponenteille etsitään uudelleenkäytön mahdollisuuksia. Tämän jälkeen kierrätetään materiaalit. Mikäli edellisiä vaihtoehtoja ei ole pystytty toteuttamaan etsitään muita hyödyntämisen mahdollisuuksia, esimerkiksi käyttöä energiantuotannossa. Viimeisenä on tuotteen lopullinen hävitys eli kaatopaikka.

Tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteisiin liittyen nousi haastatteluissa esiin kaksi erityistä teemaa, jotka vaikuttavat yritysten toimintaan. Ensimmäisenä näistä ovat alueelliset erot tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteiden suhteen. Lähtökohtaisesti yleiset toimintatavat tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteiden suhteen vaihtelevat maittain ja yritysten tuleekin ottaa paikalliset tavat huomioon, kun elinkaaren loppupään asioita mietitään. Lisäksi alueellisten erojen takana on neitseellisten ja kierrätysmateri-

aalien suhteellinen saatavuus, mikä vaikuttaa erityisesti kansainvälisesti toimivien yritysten toimintaan.

Haastatteluiden perusteella lainsäädännöllä on suuri vaikutus tuotteiden elinkaaren loppun toimenpiteisiin ja lainsäädäntö on osavaikuttajana eri maiden erojen takana. Lainsäädännön kautta pystytään ohjaamaan toimintaa tiettyyn suuntaan. Käytännön kannalta tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, mitkä yritykset saavat hyödyntää elinkaaren loppuun päässeitä tuotteita ja jätteitä ja miten niitä on laillista käyttää uusiksi. Toisaalta lainsäädäntö vaikuttaa verotuksen kautta siihen, mitä vaihtoehtoja on taloudellisesti kannattavaa hyödyntää.

Käänteistä logistiikkaa käytiin haastatteluissa läpi, ja ulkoisten palveluntarjoajien rooli tässä toiminnassa korostui. Yleisimmin käänteisen logistiikan ja jätteiden keräyksen suhteen toimittiin siten, että ulkoinen palveluntarjoaja kerää aikataulutetusti jätteitä pois, mikä on Kondo & Nakamuran (2004) luokituksissa toinen menetelmä. Haastatteluiden perusteella osan tuotteiden kohdalta tuovat asiakkaat itse tuotteita ennalta määritellyille huolto- ja korjauspisteille.

Kusumastuti et aliin (2004) motivaatiotekijöistä tuotteiden takaisinkeruun suhteen nousi erityisesti lainsäädäntö, jonka kautta yrityksiä voidaan pakottaa toimimaan tietyin keinoin. Toisaalta asiakkaiden ympäristötietoisuus ja vaatimukset asettavat tiettyä painetta yrityksille. Rosen (2000) mainitsema takaisinkeruun tuotteiden käytön ja sen aikaisen kulumisen tarkastelemiseksi ei noussut ylös aihepiiristä keskusteltaessa haastatteluissa.

5.3. Elinkaaren loppupäätä koskeva päätöksenteko innovaatioprosessissa

Luvun kolmannessa alaluvussa käydään läpi tutkimuksen kolmatta ja viimeistä tutkimuskysymystä. Kysymys koski tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevaa päätöksentekoa tuotesuunnittelun ja –kehityksen aikana. Tavoitteena on siis selvittää, miten, milloin ja miksi yritykset ottavat tuotteidensa elinkaaren loppupään asiat huomioon. Varsinainen tutkimuskysymys muotoiltiin:

Millä tavoilla yritykset kiinnittävät elinkaaren loppupäätä koskeviin asioihin huomiota tuotesuunnittelun ja –kehityksen aikana ja mikä on niiden arvo?

Yleisellä tasolla kaikissa tutkimuksen kohdeyrityksissä todettiin ympäristöasioiden olevan tärkeässä osassa heidän tuotekehitystään. Yritykset myös kehittävät ja valmistavat tuotteitaan siten, että niitä voitaisiin hyödyntää jollain tavoin elinkaaren loppupäässä, mikä todetaan kirjallisuudessa tärkeäksi asiaksi (Zwolinski et al. 2006).

Ekologisen kestävyuden asioita otetaan kohdeyrityksissä huomioon muun muassa tuotteiden kierrätettävyyden kehittämisessä, materiaalin- ja resurssienkäytössä, jätteiden hyödyntämisessä ja materiaalivalinnoissa. Toisaalta esimerkiksi modulaaristen tuotera-

kenteiden ja tuoteperheajattelun kautta voidaan tuotteiden ekologisuutta kehittää, kuten myös kehittämällä pitkäikäisempiä tuotteita. Näiltä osin yrityksissä noudatetaan esimerkiksi ecodesignin periaatteita, joihin kirjallisuudessa liitetään muun muassa kierrätettävyys ja uudelleenkäytettävyys (Ashley 1993; van Weenen 1995). DfE määrittellään lisäksi kirjallisuudessa yleisemmin systemaattiseksi prosessiksi, jossa yritys suunnittelee tuotteensa ja prosessinsa toimimaan ympäristötietoisesti (Lenox et al. 1996), mikä kuvastaa toimintatapaa, jolla kohdeyrityksissä osittain toimitaan.

Toisaalta yritysten toiminnassa korostuu Crul et al. (2006; 2009) kestävänn suunnittelun periaatteet. Näistä erityisesti ympäristövaikutuksiltaan pienien materiaalien valinta, materiaalinkäytön vähentäminen ja tuotantotekniikoiden optimointi ovat tärkeässä osassa monissa yrityksissä. Toisaalta jakelujärjestelmien optimointi, tuotteen käytön aikaisen ympäristövaikutusten vähentäminen sekä tuotteen elinkaaren pituuden optimointi nousivat esiin osassa haastatteluja.

Mikään kohdeyritys ei suoraan valmista C2C-sertifioituja tuotteita, mutta kiertotalous ajatuksena on osana yritysten toiminnan kehittämistä. Tämä asia korostuu kierrätysmateriaalipohjaisten tuotteiden kehittämisessä ja valmistuksessa, kuten myös biopohjaisten tuotteiden kohdalla. Näin ollen kirjallisuuskatsauksessa esitellyistä C2C:n periaatteista vihreälle suunnittelulle ja toiminnalle (McDonough et al. 2003) on nähtävissä viitteitä yritysten toiminnassa. Hyvänä esimerkkinä näistä ovat kierrätys- ja biopohjaisten energianlähteiden hyödyntäminen fossiilisten sijaan.

Haastattelujen perusteella ympäristöasiat eivät ole minkään erityisen innovaatioprosessin vaiheen asia, vaan ne sekä muut kestävänn kehityksen periaatteet tulee pitää mukana prosessin alusta lähtien. Näin toimitaan, koska myöhäisissä vaiheissa prosessia ei voida uusia ominaisuuksia enää täysipainoisesti ottaa mukaan tuotteeseen. Näkökulma vastaa siis hyvin aikaisemman tutkimuksen näkökulmaa, jossa ympäristöasiat tulisi ottaa huomioon jo prosessin alusta lähtien, jotta tuotteiden ekologisuuteen pystyttäisiin vaikuttamaan mahdollisimman paljon (Frei 1998; Kobayashi 2006; Cerdan et al. 2009).

Syitä sille, miksi yritykset panostavat ympäristöasioihin ja elinkaaren loppupään erilaisiin vaihtoehtoihin, löytyy useita. Näistä ensimmäisenä ovat omistajien intressit, mikä korostui haastatteluissa erityisesti perheomisteisten yritysten osalta. Toisaalta kehittämällä toimintaa ympäristöystävällisempään suuntaan voidaan saavuttaa myös taloudellisia etuja esimerkiksi materiaalitehokkuudessa. Lainsäädännön vaikutus ympäristöasioihin liittyen nousi esiin useassa haastattelussa. Lain kautta voidaan kannustaa, ohjata tai pakottaa yrityksiä toimimaan tietyin keinoin. Asiakkaat ovat tärkeässä osassa ympäristöasioiden suhteen, koska asiakaskunnat ovat entistä ympäristökriittisempiä. Lisäksi yritykset kokevat itse olevansa vastuussa tuotteiden loppukäsittelymahdollisuuksia kohtaan ja heidän tuleekin suunnitella ja valmistaa tuotteensa siten, ettei niistä koidu liiallista ongelmaa elinkaaren lopussa. Haastatteluiden perusteella yritykset tahtoivat pääosin pa-

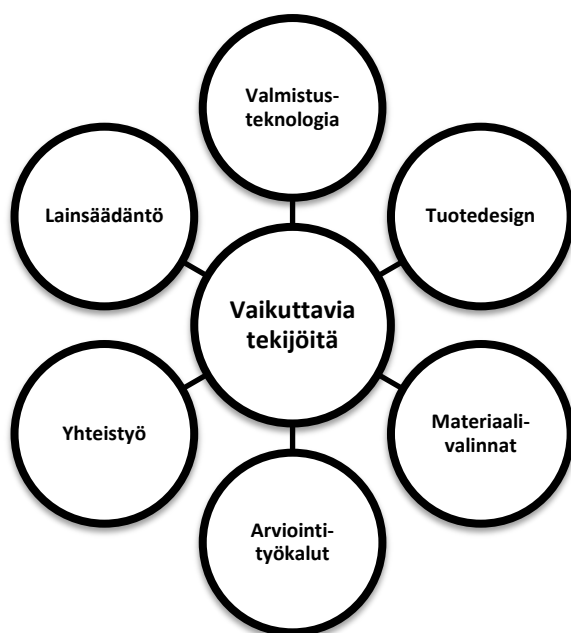
nostaa ympäristöasioihin omasta tahdosta, eivätkä vain lainsäädännön vuoksi ja minimitasot tavoitteena, kuten kirjallisuudessa (Coulter & Bras 1997) on ongelmana mainittu.

Haastatteluissa ei ympäristösuunnittelun tai tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevan suunnittelun osalta päästy keskustelemaan käytetyistä työkaluista kovinkaan syvällisesti. Aihepiiriin liittyen nousi kuitenkin useammassa haastattelussa esiin elinkaariarviointi eli LCA, mikä kirjallisuudessa (Tingström 2005) on mainittu tunnetuimmaksi menetelmäksi tuotteiden ja palveluiden ympäristösuorituskyvyn arviointiin. Kirjallisuudessa (Gehin et al. 2008; Guinee et al. 2010) esitellyt LCA:n eri sovellusmahdollisuudet näkyvät myös tutkimuksen kohdeyrityksissä, joissa LCA:ta hyödynnetään erityyppisesti eri yrityksissä.

Kirjallisuudessa käydyistä ongelmista ja haasteista osa näkyi yritysten toiminnassa. Esimerkiksi Gehin et al. (2008) mainitsema ongelma kierrätettävyyden suunnittelun ja toteuman eroista näkyy tutkimuksen kohdeyritysten tuotteissa. Ratkaisuna tähän yritykset tarjoavat tuotteidensa mukana kierrätys- ja hävitysohjeita sekä eräässä yrityksessä on tarjolla auttava puhelin, jotta asiakkaat voivat kysellä tuotteen kierrätyksestä ja hävityksestä. Lisäksi lainsäädännön rajoittavuus elinkaaren lopun tuotteille ja niiden hyödyntämiselle sekä elinkaaren loppupään toimintojen kuulumattomuus yritysten ydinliiketoimintaan (Gehin et al. 2008) olivat keskustelun aiheina haastatteluissa.

Kirjallisuudessa mainittiin ongelmana, etteivät tuotekehittäjät anna suurta arvoa ympäristöasioille, vaan muita asioita priorisoidaan ympäristöasioiden kustannuksella (Bhandar et al. 2003; Kaebernick et al. 2003). Tämä ei kuitenkaan ainakaan haastatteluiden perusteella ollut kohdeyrityksissä ongelma, vaan ympäristöasioilla on jopa hyvinkin tärkeä rooli tuotekehityksessä.

Kaiken kaikkiaan tuotteiden elinkaaren loppua koskeva suunnittelu ja päätöksenteko on monimutkainen prosessi, joka koostuu useista eri tekijöistä. Osa näistä on yrityksen sisäisiä vaikuttajia ja osa taas tulee yrityksen ulkopuolelta. Kuvassa 17 on esitetty erilaisia tutkimuksessa esiin nousseita tekijöitä, jotka erityisesti vaikuttavat tuotteiden suunnitteluun ja toimenpiteisiin elinkaaren loppua varten.



Kuva 17. Vaikuttavia tekijöitä tuotteiden elinkaaren loppupään suunnittelua ja toimenpiteitä varten

Sisäisistä tekijöistä ensimmäisenä ovat valmistustekniikat ja –teknologiat. Ensinnäkin tekniikoiden ja teknologioiden tulee olla sellaisia, että niiden avulla pystytään valmistamaan tuotteita, joita voidaan hyödyntää joillain tavoin niiden elinkaaren lopussa. Toiseksi tekniikoiden on oltava sellaisia, että tuotannossa pystytään hyödyntämään elinkaaren loppuun päässeitä tuotteita joillain keinoin, esimerkiksi kierrätettyjen materiaalien muodossa.

Lisäksi tuotedesignien tulee tukea elinkaaren lopun toimenpiteitä. Pitkäikäiset tuotteet ovat hyvä esimerkki tästä, koska ne voivat käydä useammalla käyttäjällä elinkaaren aikana. Toisaalta tuotteet vaativat huoltoa ja korjausta, joten tuotteet pitää suunnitella näitä tukeviksi. Muita elinkaaren lopun strategisia vaihtoehtoja varten tuotteille on eduksi, mikäli ne ovat helposti purettavissa, jotta niistä saadaan moduuleja, komponentteja ja osia uudelleenkäytettäväksi. Kierrätystä helpottavat tuotteiden yksinkertaiset purkutoimenpiteet.

Materiaalivalinnat ovat olennaisessa osassa tuotteiden elinkaaren lopun suunnittelua. Tutkimuksen kohdeyrityksissä tämä tarkoitti pääasiassa, että yrityksissä valitaan materiaaleja, joista ei ympäristöön joutuessaan ole ympäristölle suurta haittaa. Biohajoavat tuotteet nousevat näistä erinomaisena esimerkkinä esiin. Materiaalivalinnoissa materiaalin kierrätettävyyden on olennaisessa osassa. Kierrätettävyyttä parantaa, jos tuotteet sisältävät vain pienen määrän erilaisia materiaaleja.

Erilaisten työkalujen käytöllä voidaan saavuttaa etuja tuotteiden elinkaaren loppupään asioissa. Esimerkiksi LCA:n avulla pystytään laskemaan tuotteesta ympäristön kannalta rasittavimmat vaiheet ja arvioinnin kautta näihin vaiheisiin pystytään vaikuttamaan tuo-

tekehityksessä. Lisäksi työkalujen avulla on mahdollista arvioida eri elinkaaren loppupään vaihtoehtoja. Tätä toimenpidettä ei tutkimuksen kohdeyrityksissä suoritettu.

Yhteistyö on lisäksi asia, joka tutkimuksen kohdeyrityksille on erityisen tärkeää tuotteiden elinkaaren loppupään kannalta. Tuotteiden keruu ja käänteinen logistiikka ovat usein toimenpiteitä, jotka ulkoinen palveluntarjoaja tekee. Toisaalta tuotteiden kierrätyksen hoitaa lähes aina jokin muu toimija kuin tuotteen valmistaja. Yhteistyön kautta yritysten on mahdollista kehittää tuotteiden elinkaaren lopun toimenpiteitä yhteistyössä toistensa kanssa.

Ulkoisena tekijänä lainsäädäntö on erittäin tärkeässä osassa. Lainsäädäntö esimerkiksi määrittelee, mikä luokitellaan jätteeksi, ja mitkä yritykset sitä saavat käsitellä, mikä mainittiinkin ongelmaksi haastattelussa. Lainsäädäntö kannustaa tiettyjen valintojen tekemiseen verotuksen kautta, mikä haastatteluiden perusteella ohjaa kohdeyritysten toimintaa. Lisäksi lainsäädäntö vaikuttaa käytettyjen ja uudelleenvalmistettujen tuotteiden myyntiin.

6. PÄÄTELMÄT

Tässä luvussa arvioidaan ensiksi, miten työssä on päästy tavoitteisiin. Tämän jälkeen esitetään toimenpidesuosituksia yrityksille. Kolmantena luvussa käsitellään työn tieteellistä kontribuutiota. Neljäntenä käydään läpi työhön liittyneitä rajoitteita, tiedon luotettavuutta ja tulosten yleistettävyyttä. Viidentenä ja viimeisenä käydään läpi jatkotutkimusehdotuksia ja -aiheita, joihin tämän tutkimuksen perusteella voisi perehtyä syvemmin.

6.1. Tavoitteiden saavuttaminen

Työn tavoitteena oli kerätä lisää tietoa tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevasta päätöksenteosta innovaatioprosessin aikana. Päättökysymys muotoiltiin:

Miten yritykset ottavat tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevat asiat huomioon päätöksenteossa innovaatioprosessin aikana?

Tähän kysymykseen kartoitettiin vastauksia haastatteleamalla erilaisissa tehtävissä työskenteleviä henkilöitä useista organisaatioista keskittyen T&K-toimintojen parissa työskenteleviin ihmisiin aihepiiristä johtuen. Tutkimuksessa tunnistettiin erilaisia tapoja, joilla yrityksissä otetaan tuotteiden elinkaaren lopun asiat huomioon, ja joilla yrityksissä vaikutetaan näihin asioihin. Tutkimuksessa löydettiin lisäksi useita syitä siihen, miksi näin halutaan toimia tai miksi näin on toimittava.

Ensimmäisenä aspektina pääkysymyksen vastaukseen tarkastellaan erilaisia päätöksiä koskien elinkaaren loppupäätä. Näistä erityisesti kierrätettävyyden nousi lähes jokaisessa haastattelussa esiin ja se on yrityksille tärkeässä osassa heidän kehitystoimintaansa. Osalle haastatteluiden kohdeyrityksistä kierrätys kuuluu osaksi liiketoimintaa, jolloin sen merkitys korostuu vielä entisestään. Toisaalta tuotteiden elinkaaren loppupään asioihin panostettiin materiaalivalintojen, tuoterakenteen ratkaisujen sekä tuotteen kestävyiden kautta. Tulosten perusteella ei kuitenkaan löytynyt mitään erityistä vaihetta innovaatioprosessista, jossa tuotteiden elinkaaren loppuun ja ympäristöasioihin erityisesti keskitytään, vaan ne on tärkeää pitää mukana koko prosessin ajan.

Useissa yrityksissä mainittiin kestävä kehitys olevan nykyisin yritysten toiminnan ajuri, minkä vuoksi elinkaaren loppupään asioita täytyy ottaa toiminnassa huomioon. Lainsäädännön voima vaikuttavana tekijänä nousi esiin monissa haastattelussa. Entistä ympäristövastuullisimmilla asiakaskunnillakin mainittiin haastattelussa olevan vaiku-

tusta ympäristöasioihin. Toisaalta yritykset kokivat, että heillä on itsellään vastuuta tuotteiden loppukäsittelymahdollisuuksista, minkä vuoksi heidän täytyy niihin panostaa.

Haastatteluista jäi yleisesti sävy, etteivät elinkaaren loppupään asiat ole nousseet minäkään yrityksen tuotekehityksessä täysin omaksi teemakseen, vaan niitä pidetään osana laajempaa ympäristöasioiden suunnittelua. Elinkaaren loppupäätä koskevia päätöksiä tehdäänkin yrityksissä osana ekologisuutta ja kestäväää kehitystä. Tämä onkin positiivinen asia. Kirjallisuudessa mainitaankin ongelmana, että tuotekehityksessä saatetaan keskittyä vain yhteen osa-alueeseen, jolloin ei huomata parannuksia muualla (Rose 2000). Kohdeyritykset onnistuvat haastatteluiden perusteella siinä, ettei heidän tuotekehityksensä fokus ole liian pienessä alueessa, vaan kehityksessä otetaan laajemmin eri aspekteja huomioon.

Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa tietoa tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevista päätöksenteosta innovaatioprosessin aikana. Tähän löydettiin monenlaisia eri aspekteja. Erityisesti kuvassa 17 on tiivistettynä erilaisia elementtejä, jotka ovat tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteiden suunnittelun ja toteuttamisen kannalta tärkeitä. Näin tutkimuksen osalta voidaan yleisesti todeta, että se täyttää tavoitteensa. Aivan kaikkia toivottuja alueita ei tutkimuksessa pystytty saavuttamaan ja näitä onkin esitetty jatkotutkimusaiheina.

6.2. Työn tieteellinen kontribuutio

Tutkimus lisää tietoa koskien tuotteiden elinkaaren loppupäätä koskevaa päätöksentekoa innovaatioprosessin aikana. Haastatteluiden kautta tunnistettiin aihepiirille ominaisia teemoja ja niiden kautta löydettiin uusia näkökulmia kirjallisuudessa aikaisemmin esiteltyihin väittämiin.

Innovaatioprosessin vaiheiltaan tutkimuksen kohdeyritykset noudattivat pitkälti kirjallisuudessa esiteltyjä. Mielenkiintoisena huomiona tutkimuksessa löytyi, ettei joissain yrityksissä noudatettu strukturoituja prosesseja, vaan projektit etenivät tuotekehityspäällikön ohjauksessa. Tutkimus vahvisti kirjallisuuden (Pujari 2006) käsitystä, että innovaatioprosessiin on syytä osallistaa tuotekehityksessä työskentelevien lisäksi muita organisaation osastoja, jotta prosessista saataisiin mahdollisimman hyviä tuloksia. Osallistamalla erilaista asiantuntijuutta onnistutaan osaltaan helpottamaan prosessin sumeaa alkupäätä, joka ei noussut haastatteluiden perusteella yrityksissä yhtä haastavaksi vaiheeksi kuin kirjallisuus (Khurana & Rosenthal 1997; Koen et al. 2002; Koen et al. 2001; Millet et al. 2007) antaa ymmärtää.

Työn perusteella ympäristöasiat ja kestävään kehityksen asiat laajemminkin ovat nykyisin tärkeä osa yritysten toimintaa, ainakin suomalaisessa teollisuudessa. Näin ollen ympäristöasioilla ja tuotteiden elinkaaren lopun aspekteille on oma osuutensa innovaatioprosessissa. Tutkimuksen mukaan kohdeyrityksissä toteutuu ympäristöasioiden huomi-

oonottaminen jo kehitysprosessin alusta lähtien, mikä on kirjallisuudessa (Frei 1998; Kobayashi 2006; Cerdan et al. 2009) mainittu tärkeänä asiana ympäristöasioiden kehittymisen vuoksi.

Työssä käytiin läpi, miten yritykset suhtautuvat erilaisiin elinkaaren loppupään toimenpiteisiin, sekä miten yrityksissä tehdään suunnittelua ja kehitystä erilaisia vaihtoehtoja varten. Hierarkkisesti yritysten asenteet tuotteiden elinkaaren loppupään strategisista vaihtoehtoista vastasivat kirjallisuuden määritelmiä (Rose 2000). Nykytilanteessa yritysten toiminnassa korostui kierrätettävyys, mikä on tällä hetkellä myös yhteiskunnallisesti tärkeä teema. Tuotteiden suunnittelussa vaikuttavat olennaisesti tuotteiden yleiset vaatimukset, jotka määrittelevät esimerkiksi käytettävissä olevia materiaaleja. Nämä seikat vaikuttavat siihen, miten suunnittelussa tuotteiden elinkaaren loppupään suhteen voidaan toimia.

Kirjallisuudessa paljon huomiota saaneeseen aiheeseen, eli työkaluihin koskien ekologista suunnittelua ja tuotteiden elinkaaren loppupään suunnittelua, ei tässä tutkimuksessa päästy kovin syvällisesti. Tämä johtui siitä, että työkalut ja niiden käyttö koettiin tärkeäksi osaksi yritysten kilpailukykyä. Työkaluihin liittyen tutkimuksessa nousi kuitenkin esiin LCA:n tärkeys tuotteiden elinkaaren asioiden suunnittelussa, mikä myös kirjallisuudessa (Tingström 2005) on tiedostettu.

Työssä löydettiin päinvastaisia todisteita siihen, että ympäristöasioihin panostettaisiin vain lainsäädännön vuoksi ja vain minimitasot tavoitteena (Coulter & Bras 1997). Lainsäädännöllä todettiin tutkimuksessa olevan oma merkityksensä, mutta yritykset pyrkivät lisäksi muiden ulkoisten syiden ja omien intressiensä vuoksi kehittämään ekologisuuutta eteenpäin, jolloin lain säätämät minimitasot jäivät harvemmin tasoiksi, joihin yritykset tyytyvät.

Kaiken kaikkiaan tutkimus on mukana auttamassa luomaan kokonais kuvaa siitä, minkälaisessa tilassa ympäristöasiat ja kestävä kehitys on suomalaisessa teollisuudessa. Työssä tartuttiin useisiin mielenkiintoisiin aiheisiin ja löydettiin uusia jatkotutkimuskohteita. Näin ollen tutkimus toimii hyvänä pohjana tulevalle aihepiirin tutkimukselle.

6.3. Toimenpidesuosituks

Tutkimuksen perusteella voidaan nostaa esiin hyvin hoidettuja asioita yksittäisten yritysten toiminnasta tai yritysten toiminnasta yleisemmällä tasolla. Toisaalta tutkimuksessa löydettiin asioita, jotka koetaan yrityksissä ongelmallisiksi ja haasteellisiksi. Näiden kautta pystytään antamaan toimenpidesuosituksia, joita yrityksissä voidaan ottaa huomioon. Näihin suosituksiin täytyy kuitenkin suhtautua tietyllä varauksella, koska ne perustuvat tutkimuksen tuloksiin, eivätkä näin välttämättä ota huomioon kaikkia mahdollisia näkökulmia aihepiiriin liittyen.

Tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteiden ja vaihtoehtojen suhteen korostuu yritysten toiminnassa pitkänäköisyys ja suunnittelu pidempien aikojen päähän. Tuotteita on syytä elinkaaren loppupään strategioiden kannalta suunnitella siten, että niistä pystytään hyödyntämään jo nykyisillä prosessointitekniikoilla mahdollisimman paljon. Toisaalta tuotteiden kehittämisen rinnalla on syytä panostaa tuotteiden elinkaaren loppupään prosessien kehittämiseen. Tämä johtuu siitä, että joillakin tuotteilla elinkaaren loppupää voi koittaa vasta vuosien tai vuosikymmenten päästä.

Tutkimuksen kohdeyrityksissä hyödynnettiin jonkin verran elinkaaren loppupään saavuttaneita tuotteita ja nämä toimivat hyvinä esimerkkeinä siitä, miten asiaan voidaan suhtautua. Toisaalta tulevaisuudessa kestävä kehityksen teemat tulevat vielä tärkeämmäksi osaksi yritysten toimintaa. Näin ollen elinkaarensa loppupäähän päässeiden tuotteiden hyödyntämisestä tulee tärkeämpää. Tässä mielessä yritysten onkin syytä tiedostaa, miten heidän tuotteitaan voitaisiin hyödyntää elinkaaren lopussa, koska tällä voidaan saada aikaan jopa merkittäviä taloudellisia hyötyjä, imagollisista hyödyistä puhumattakaan.

Haastatteluissa nousi esiin, etteivät asiakkaat aina ymmärrä kestävä kehityksen mukaisen toiminnan päälle tai eivät täysin ymmärrä, miten yritykset tätä toteuttavat. Näin ollen yritysten markkinoinnin ja myynnin onkin tulevaisuudessa syytä viestiä näitä asioita tarkemmin olettaen kuitenkin, että periaatteiden mukaan lähtökohtaisesti toimitaan. Näihin liittyen elinkaaren loppupään toimenpiteisiin liittyvä asiakkaiden ja tuotteiden käyttäjien opastaminen ja kouluttaminen on tärkeässä osassa, jotta mahdollisimman moni tuotteista päätyisi sellaiseen käsittelyyn, kun niille on suunniteltu. Näin pystytään kehittämään kiertotaloutta eteenpäin.

Yritysten on usein syytä keskittyä toiminnassaan johonkin tiettyyn asiaan, jossa heillä on erityistä osaamista, ns. ydinosaamista. Tämä näkyy yritysten toiminnassa tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteiden osalta. Tutkimuksen kohdeyrityksissä tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteet eivät juurikaan kuuluneet yritysten ydinosaamiseen, vaan heidän tuotteiden osalta elinkaaren loppupään toimenpiteet hoitaa jokin toinen organisaatio. Täten yhteistyön jatkaminen ja kehittäminen elinkaaren loppupään toimenpiteisiin liittyen on tulevaisuudessa myös olennaista.

Haastatteluissa ei juurikaan käyty erilaisten työkalujen ja mittareiden käyttöä läpi osana innovaatioprosessia. Kirjallisuuden perusteella tarkoituksenmukaisella työkalujen käytöllä voidaan kuitenkin saada merkittäviä hyötyjä aikaan kehitystoimissa. Näin ollen tuotteiden elinkaaren loppupään asioiden kohdaltakin on syytä pohtia, olisiko jonkin työkalun käyttöön syytä. Erilaisten työkalujen ja mittareiden avulla voidaan saada aikaan tuloksia, joiden avulla pystytään vertailemaan erilaisia vaihtoehtoja. Näiden kautta voidaan myös viestiä asiakkaille, miksi jokin ratkaisu on kestävä kehityksen kannalta muita parempi.

Loppujen lopuksi tuotteiden elinkaaren loppupään toimenpiteiden kohdalla tulee tiedostaa, että kaikki strategiset vaihtoehdot eivät käy kaikkien tuotteiden kohdalle. Tästäkin huolimatta on olennaista, että toimintaa kehitettäisiin koko ajan siihen suuntaan, että entistä enemmän tuotteista, niiden osista ja materiaaleista pystyttäisiin hyödyntämään jotenkin uudestaan. Kuten muidenkin kestävä kehityksen teemojen kanssa, ovat tuotteiden elinkaaren loppupään asiat tulevaisuudessa entistä merkittävämmässä osassa, jotta planeettamme kantokyky kestäisi sille koituvaa räsytystä. Näin ollen jatkuvaan parantamiseen ja toiminnan kehittämiseen on syytä.

Yhteenvedona alaluvusta on erilaiset toimenpidesuositukset kerätty yhteen. Elinkaaren loppupään suunnittelun ja toimenpiteiden kannalta yritysten tulee:

- olla pitkänäköisiä tuotesuunnittelussa
- panostaa elinkaaren loppupään prosessien ja toimintojen kehittämiseen
- pohtia mahdollisia elinkaaren loppupään hyödyntämismahdollisuuksia tuotteille
- saada asiakkaat ymmärtämään kestävä kehityksen ja elinkaaren loppupään asioiden arvo
- opastaa asiakkaita toimimaan siten, että tuotteita voitaisiin hyödyntää elinkaaren loppupäässä
- toimia yhteistyössä elinkaaren loppupään toimenpiteiden osalta
- harkita erilaisten työkalujen ja mittareiden käyttö elinkaaren loppupään asioiden mittaamiseen ja arvioimiseen.

6.4. Työn rajoitteet

Tämän tutkimuksen tuloksiin liittyen voidaan tunnistaa muutamia rajoitteita. Näistä ensimmäiset ovat valittuihin tutkimusmenetelmiin liittyvät rajoitteet. Toisena ovat asioiden käsittelyyn, tulosten tulkintaan ja niihin liittyvää subjektiivisuutta koskevat seikat. Kolmannet rajoitteet liittyvät tutkimuksen otokseen ja näin yleistettävyyteen.

Käytetty tutkimusmenetelmä asettaa tuloksille tiettyjä rajoitteita. Tutkimuksen empiirinen osa toteutettiin puolistrukturoituina haastatteluina, joiden käyttöön liittyy tiettyjä rajoitteita. Vaikka teemahaastattelut antavatkin tilaa avoimemmalle keskustelulle, ohjaavat määritetyt teemat haastatteluja. Tämän vuoksi on haastatteluissa saattanut jäädä käsittelemättä joitakin tutkimuksen kannalta mielenkiintoisia näkökulmia. Haastatteluisa haastattelija (interviewer bias) sekä haastateltava (interviewee bias) saattavat aiheuttaa vääristymiä. Haastattelutilanteessa haastattelija saattaa ohjata kommentein, äänensävyin ja nonverbaalisin keinoin keskustelua siihen suuntaan, mikä vahvistaa hänen omia uskomuksiaan aihepiiriin liittyen. Vastaavasti haastateltava saattaa haastattelutilanteessa antaa tarkoituksella sosiaalisesti hyväksyttävän kuvan yrityksestään ja sen toiminnasta, ja näin vastaa sen mukaisesti, vaikka asiat voisivat oikeasti olla erilailla. (Saunders et al. 2009, ss. 326-327)

Laadullisen aineiston tutkimuksessa on tulkinnalla omat erityispiirteensä. Tutkijalla/haastattelijalla, tutkittavalla/haastateltavalla sekä lukijalla on omat tulkintansa ja käsityksensä eri asioista. Haastattelutilanteessa haastateltavat tulkitsevat kysymykset aina omalla tavallaan, mikä ei välttämättä ole se, miten haastattelija kysymykset on tarkoittanut tulkittavaksi. Toisaalta haastattelija tulkitsee vastauksia omalla tavallaan. Näin ollen tutkimuksen tulokset perustuvatkin siihen, miten tutkija on asiat haastatteluiden perusteella tulkinnut. Lisäksi työtä lukeva pystyy tekstin perusteella tekemään vielä omat tulkintansa aihepiiristä. Näihin rajoitteisiin liittyen työ kuitenkin jaettiin kohdeyrityksiin kommentoitavaksi ennen julkaisua, jotta tulkintaan liittyviä rajoitteita voitaisiin vähentää.

Tutkimuksen otos on rajallinen. Varsinaiseen aihepiiriin liittyen toteutettiin kuusi haastattelua viidessä eri organisaatiossa. Tämän lisäksi tehtiin yleisemmällä haastattelurungolla kolmetoista haastattelua, joissa haastateltiin viittätoista henkilöä kolmesta eri organisaatiosta. Tämän vuoksi tiettyjä aloja koskevia yleistyksiä ei pystytä työn tulosten perusteella tekemään. Toisaalta tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa tietoa aihepiiristä, minkä vuoksi etsittiin haastatteluja erilaisista toimintaympäristöistä, jolloin yksittäiset haastattelut useissa organisaatioissa palvelevat työn tavoitteita.

6.5. Jatkotutkimusaiheet

Tutkimuksessa lähestyttiin aihepiiriä kartoittavalla otteella. Näin ollen tutkimuksen kautta voidaan tunnistaa uusia aihepiirejä jatkotutkimuksia varten. Nämä ovat teemoja, joihin tutkimuksessa tutustuttiin, mutta aihepiiriin ei kuitenkaan tutkimuksen luonteen, rajauksen ja rajoitteiden vuoksi päästy tarpeeksi syvälle.

Tutkimuksessa oli kohdeyrityksinä vain muutamia yrityksiä. Tämän vuoksi työn tuloksia ei pystytä yleistämään. Tähän vaadittaisiinkin laajemmin erilaisia kohdeyrityksiä koskevaa tutkimusta. Toisaalta tuotteiden elinkaaren loppupään strategiat ja strategiset vaihtoehdot eroavat eri tuotteiden ja alojen välillä runsaasti, minkä vuoksi jatkotutkimuksissa olisikin syytä keskittyä aina ala- tai tuotekohtaisemmin asioiden tarkasteluun.

Työn tulosten perusteella kohdeyritysten toiminta on tällä hetkellä hyvin kierrätyskeskeistä. Jatkotutkimuksen kannalta mielenkiintoinen aihe olisikin, onko kierrätys tällä hetkellä kaikilla aloilla se strateginen vaihtoehto, johon panostetaan, vai onko jollain aloilla jo siirrytty tai ollaan tekemässä siirtymää muihin strategisiin vaihtoehtoihin. Toisaalta tutkimusta voisi tehdä siitäkin, miten muita elinkaaren loppupään vaihtoehtoja saataisiin yrityksissä hyödynnettyä paremmin ja mitä tämä vaatisi.

Tässä tutkimuksessa jäivät tulokset vajavaisiksi siltä osin, miten elinkaaren loppupään asioita käsitellään eri vaiheissa innovaatioprosessia. Jatkotutkimuksen kannalta olisikin mielenkiintoista tutkia, miten päätöksenteko muuttuu eri vaiheissa innovaatioprosessia. Toisaalta innovaatioprosessin alkupää on yksi erityisen mielenkiintoinen vaihe tutkia,

koska aikaisemmassa kirjallisuudessa on keskitytty sen haasteellisuuteen yleisellä tasolla. Näin ollen tutkimusta voisi laajentaa ympäristöasioiden, kestävän kehityksen ja tuotteiden elinkaaren loppupään asioiden käsittelyyn innovaatioprosessin alkupäässä.

Kuvassa 17 esitellyt tekijät antavat erilaisia jatkotutkimusaiheita. Eri tekijöiden keskinäiset suhteet tarjoavat mahdollisuuksia tutkimukseen. Miten eri tekijät vaikuttavat toisiinsa ja minkälaisia ovat niiden väliset suhteet suunnittelussa ja toimenpiteissä? Miten eri tekijät tukevat ja rajoittavat toisiaan? Toisaalta voidaan kyseenalaistaa, ovatko kuvan tekijät edes olennaisimmat tekijät. Jatkotutkimusten kautta voidaankin etsiä muita vaikuttavia tekijöitä ja arvioida kuvan 17 tekijöiden merkitystä näihin verrattuna.

Työkalujen ja mittareiden osalta ei tutkimuksessa päästy kovinkaan syvälle aihepiiriin. Kirjallisuudessa on esitelty laajaltikin erilaisia työkaluja, joita voidaan käyttää hyödyksi päätöksenteossa. Mielenkiintoista olisikin tutkia tarkemmin työkalujen käyttöä tuotteiden elinkaaren loppupään päätöksenteon tukena. Mitä työkaluja yrityksissä käytetään ja miksi? Toisaalta mielenkiintoista olisi tutkia, miksi työkaluja ei käytetä kaikkialla. Työkalujen hyödyllisyys prosessissa ja niiden arvo päätöksenteon kannalta voisivat olla potentiaalisia tutkimuskohteita.

Haastatteluissa ja myös kirjallisuudessa nousee tuotteiden elinkaaren loppupään asioihin liittyen esiin usein yhteistyö. Tämä aihepiiri on jatkotutkimuksen kannalta mielenkiintoinen. Miten tätä yhteistyötä voitaisiin edelleen kehittää eteenpäin? Toisaalta asiakkaiden osallistaminen ja kouluttaminen mukaan toimintaan voisi tarjota jatkotutkimuksen kannalta aiheen. Näin ollen kokonaisuudessaan tuotteiden takaisinkeruu ja käänteinen logistiikka tarjoavat itsessään jo oman aihepiirinsä, jota voisi tutkia.

Lainsäädäntö nousi haastatteluissa esiin sekä kannustavana että rajoittavana tekijänä. Näin ollen tutkimusta voisi tehdä siitä, mitkä seikat yritykset näkevät lainsäädännössä rajoittavina ja toiminnan kehittämistä jarruttavina tekijöinä ja miten tätä voitaisiin kehittää. Toisaalta lainsäädäntö koettiin osittain kannustavana, joten tutkimusta voi tehdä siitä, miten lainsäädännön kautta voitaisiin kannusta yrityksiä ottamaan tuotteiden elinkaaren loppupään asiat enemmän huomioon toiminnassaan ja miten niihin liittyvää yhteistyötä voitaisiin kehittää.

LÄHTEET

Amezquita, T., Hammond, R., Salazar, M. & Bras, B. (1995). Characterizing the re-manufacturability of engineering systems, 1995 ASME Advances in Design Automation Conference, DE, Citeseer, pp. 271-278.

Arnette, A.N., Brewer, B.L. & Choal, T. (2014). Design for sustainability (DFS): The intersection of supply chain and environment, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 83, pp. 374-390.

Ashley, S. (1993). Designing for the environment, *Mechanical Engineering*;(United States), Vol. 115(3), pp. 52-55.

Asiedu, Y. & Gu, P. (1998). Product life cycle cost analysis: State of the art review, *International Journal of Production Research*, Vol. 36(4), pp. 883-908.

Assamoi, B. & Lawryshyn, Y. (2012). The environmental comparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion, *Waste Management*, Vol. 32(5), pp. 1019-1030.

Azzone, G. & Noci, G. (1998). Seeing ecology and “green” innovations as a source of change, *Journal of Organizational Change Management*, Vol. 11(2), pp. 94-111.

Baumann, H., Boons, F. & Bragd, A. (2002). Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 10(5), pp. 409-425.

Bevilacqua, M., Ciarapica, F.E. & Giacchetta, G. (2012). Sustainable Product Assessment Tools, in: *Design for Environment as a Tool for the Development of a Sustainable Supply Chain*, Springer, pp. 61-73.

Bhamra, T.A. (2004). Ecodesign: The search for new strategies in product development, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 218(5), pp. 557-569.

Bhander, G.S., Hauschild, M. & McAloone, T. (2003). Implementing life cycle assessment in product development, *Environmental Progress*, Vol. 22(4), pp. 255-267.

Birch, A., Hon, K.K.B. & Short, T.D. (2010). Performance evaluation of DFE tools, *Responsive Manufacturing - Green Manufacturing (ICRM 2010)*, 5th International Conference on, pp. 51-56.

Birch, A., Hon, K.K.B. & Short, T. (2012). Structure and output mechanisms in Design for Environment (DfE) tools, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 35, pp. 50-58.

- Bjørn, A. & Hauschild, M.,Z. (2011). Cradle to Cradle and LCA - is there a Conflict? in: Hesselbach, J. & Herrmann, C. (ed.), Springer Berlin Heidelberg, pp. 599-604.
- Bovea, M.D. & Pérez-Belis, V. (2012). A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 20(1), pp. 61-71.
- Brezet, H., Van Hemel, C., Böttcher, H., Clarke, R. (1997). Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption, UNEP.
- Brezet, J., Bijma, A. & Silvester, S. (2000). Innovative electronics as an opportunity for eco-efficient services, Anon., Joint International Congress and Exhibition. Electronics goes green, pp. 859-865.
- Bufardi, A., Gheorghe, R., Kiritsis, D. & Xirouchakis, P. (2004). Multicriteria decision-aid approach for product end-of-life alternative selection, *International Journal of Production Research*, Vol. 42(16), pp. 3139-3157.
- Byggeth, S. & Hochschorner, E. (2006). Handling trade-offs in Ecodesign tools for sustainable product development and procurement, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14(15–16), pp. 1420-1430.
- Calow, P., Holloway, L. & Owen, A. (2001). Ecodesign from the ground up: Taking steps without footprints. A step by step guide to greener product development. Shot in the Dark, Brighthouse, 47 p.
- Cerdan, C., Gazulla, C., Raugei, M., Martinez, E. & Fullana-i-Palmer, P. (2009). Proposal for new quantitative eco-design indicators: a first case study, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17(18), pp. 1638-1643.
- Clausing, D. (1994). Total Quality Development. A Step-By-Step Guide to World-Class Concurrent Engineering, ASME Press, 506 p.
- Cooper, R.G. (2008). Perspective: The Stage-Gate® idea-to-launch process—Update, what's new, and NexGen systems*, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 25(3), pp. 213-232.
- Cooper, R.G. (1988). Predevelopment activities determine new product success, *Industrial Marketing Management*, Vol. 17(3), pp. 237-247.
- Cooper, R.G. & Kleinschmidt, E.J. (1993). Stage gate systems for new product success, *Marketing Management*, Vol. 1(4), pp. 20-29.
- Cooper, R.G. (2001). Winning at new products: Accelerating the process from idea to launch, Basic Books, New York, NY, 416 p.
- Coulter, S. & Bras, B. (1997). Reducing environmental impact through systematic product evolution, *International Journal of Environmentally Conscious Design and Manufacturing*, Vol. 6(2), pp. 1-10.

Cradle to Cradle Products Innovation Institute. (2015). Cradle to Cradle Certified Products Registry, Cradle to Cradle Products Innovation Institute, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.9.2015): <http://www.c2ccertified.org/products/registry>.

Crul, M., Diehl, J.C. & Ryan, C. (ed.). (2009). Design for sustainability: A step-by-step approach. Paris, France, UNEP, 101 p.

Crul, M., Diehl, J. & Ryan, C. (2006). Design for sustainability, A practical approach for developing economies, United Nation Environmental Programme, TU Delft, Paris.

Dangelico, R., Maria & Pujari, D. (2010). Mainstreaming Green Product Innovation: Why and How Companies Integrate Environmental Sustainability, Journal of Business Ethics, Vol. 95(3), pp. 471-486.

ECHA. (2015). Understanding REACH, ECHA - European Chemicals Agency, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 15.9.2015): <http://echa.europa.eu/web/guest/regulations/reach/understanding-reach>.

Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development, California management review, Vol. 36(2), pp. 90-100.

Elkington, J. (1997). Cannibals with forks: The Triple Bottom Line on 21st Century, Capstone Publishing Ltd., Oxford, 416 p.

ELV directive (2013). 28. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013L0028>.

European Commission. (2014). The Consumption Guide, European Commission, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 20.5.2015): http://ec.europa.eu/environment/generationawake/pdf/generationawake-consumption-guide_en.pdf.

European Commission. (2015). Moving towards a circular economy, European Commission, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.9.2015): http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm.

Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J.M., Dekker, R., van der Laan, E., van Nunen, J.A.E.E. & Van Wassenhove, L.N. (1997). Quantitative models for reverse logistics: A review, European Journal of Operational Research, Vol. 103(1), pp. 1-17.

Foster, C. & Green, K. (2000). Greening the innovation process, Business Strategy and the Environment, Vol. 9(5), pp. 287-303.

Frei, M. (1998). Eco-effective product design: the contribution of environmental management in designing sustainable products, Journal of Sustainable Product Design, pp. 19-29.

Gaustad, G., Olivetti, E. & Kirchain, R. (2010). Design for Recycling, Journal of Industrial Ecology, Vol. 14(2), pp. 286-308.

- Gehin, A., Zwolinski, P. & Brissaud, D. (2008). A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16(5), pp. 566-576.
- González, B. & Adenso-Díaz, B. (2005). A bill of materials-based approach for end-of-life decision making in design for the environment, *International Journal of Production Research*, Vol. 43(10), pp. 2071-2099.
- Graedel, T., Allenby, B. & Comrie, P. (1995). Matrix approaches to abridged life cycle assessment, *Environmental Science & Technology*, Vol. 29(3), pp. 134A-139A.
- Gray, C. & Charter, M. (2007). Remanufacturing and product design, *Designing for the Seventh Generation*, The Centre for Sustainable Design, University College for the Creative Arts, 73 p.
- Greenpeace International. (2009). Where does e-waste end up?, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 6.5.2015): <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/detox/electronics/the-e-waste-problem/where-does-e-waste-end-up/>.
- Guinee, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T. & Rydberg, T. (2010). Life cycle assessment: past, present, and future†, *Environmental Science & Technology*, Vol. 45(1), pp. 90-96.
- Hanafi, J., Kara, S. & Kaebernick, H. (2008). Reverse logistics strategies for end-of-life products, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 19(3), pp. 367-388.
- van Hemel, C.G. (1998). Ecodesign empirically explored, TU Delft, Delft University of Technology, 271 p.
- Herstatt, C. & Verworn, B. (2001). The fuzzy front end of innovation, *Techn. Univ. Hamburg-Harburg*, Hamburg, 24 p.
- Hochschorner, E. & Finnveden, G. (2003). Evaluation of two simplified life cycle assessment methods, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 8(3), pp. 119-128.
- Hunt, R.G., Franklin, W.E. & Hunt, R. (1996). LCA—How it came about, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 1(1), pp. 4-7.
- Ijomah, W.L., Bennett, J.P. & Pearce, J. (1999). Remanufacturing: evidence of environmentally conscious business practice in the UK, *Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 1999. Proceedings. EcoDesign '99: First International Symposium On, pp. 192-196.
- Ilmasto-opas. (2014). Kierrätys ja uudelleenkäyttö voivat vähentää kulutusta ja sen ympäristövaikutuksia, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 8.5.2015): <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/8bde6ca5-7802-4c36-a4da-34086e9c5287/kierratys-ja-uusiokaytto.html>.

ISO. (2006). ISO 14040:2006: Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework, ISO, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 9.9.2015): <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:37456:en>.

ISO. (2015). Standards catalogue: ISO/TC 207/SC 5 - Life cycle assessment, ISO, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 9.9.2015): http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54854.

Jätelaki. (2011). 646/2011. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>.

Jofre, S. & Morioka, T. (2005). Waste management of electric and electronic equipment: comparative analysis of end-of-life strategies, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Vol. 7(1), pp. 24-32.

Johansson, G. (2002). Success factors for integration of ecodesign in product development, *Environmental Management and Health*, Vol. 13(1), pp. 98-107.

Jokinen, T. (2010). *Tuotekehitys*, Otatieto, Helsinki, 200 p.

Kaebnick, H., Kara, S. & Sun, M. (2003). Sustainable product development and manufacturing by considering environmental requirements, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 19(6), pp. 461-468.

Kanari, N., Pineau, J. & Shallari, S. (2003). End-of-life vehicle recycling in the European Union, *JOM*, Vol. 55(8), pp. 15-19.

Karlsson, M. (1997). Green concurrent engineering assuring environmental performance in product development, *AFR-Report* (Sweden), 195 p.

Keoleian, G.A. & Menerey, D. (1994). Sustainable Development by Design: Review of Life Cycle Design and Related Approaches, *Air & Waste*, Vol. 44(5), pp. 645-668.

Khurana, A. & Rosenthal, S.R. (1997). Integrating the Fuzzy Front End of New Product Development, *Sloan management review*, Vol. 38(2), pp. 103-120.

Kim, J. & Wilemon, D. (2002). Focusing the fuzzy front?end in new product development, *R&D Management*, Vol. 32(4), pp. 269-279.

Knight, P. & Jenkins, J.O. (2009). Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17(5), pp. 549-558.

Kobayashi, H. (2006). A systematic approach to eco-innovative product design based on life cycle planning, *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 20(2), pp. 113-125.

Koen, P.A., Ajamian, G.M., Boyce, S., Clamen, A., Fisher, E., Fountoulakis, S., Johnson, A., Puri, P. & Seibert, R. (2002). *Fuzzy front end: effective methods, tools, and techniques*, Wiley, New York, NY, pp. 5-35.

Koen, P., Ajamian, G., Burkart, R., Clamen, A., Davidson, J., D'Amore, R., Elkins, C., Herald, K., Incorvia, M. & Johnson, A. (2001). Providing Clarity and a Common Language to the, *Research-Technology Management*, Vol. 44(2), pp. 46-55.

Kondo, Y. & Nakamura, S. (2004). Evaluating alternative life-cycle strategies for electrical appliances by the waste input-output model, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 9(4), pp. 236-246.

Kumar, S. & Putnam, V. (2008). Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors, *International Journal of Production Economics*, Vol. 115(2), pp. 305-315.

Kusumastuti, R.D., Piplani, R. & Lim, G.H. (2004). An approach to design reverse logistics networks for product recovery, *Engineering Management Conference*, 2004. *Proceedings. 2004 IEEE International*, Vol. 3, pp. 1239-1243.

Lenox, M., Jordan, B. & Ehrenfeld, J. (1996). The diffusion of design for environment: a survey of current practice, *Electronics and the Environment*, 1996. ISEE-1996., *Proceedings of the 1996 IEEE International Symposium on*, pp. 25-30.

Lindahl, M. (2001). Environmental effect analysis-how does the method stand in relation to lessons learned from the use of other design for environment methods, *Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 2001. *Proceedings EcoDesign 2001: Second International Symposium on*, IEEE, pp. 864-869.

Lindahl, M. (2006). Engineering designers' experience of design for environment methods and tools – Requirement definitions from an interview study, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14(5), pp. 487-496.

Linton, J.D. & Jayaraman, V. (2005). A framework for identifying differences and similarities in the managerial competencies associated with different modes of product life extension, *International Journal of Production Research*, Vol. 43(9), pp. 1807-1829.

Linton, J.D., Klassen, R. & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction, *Journal of Operations Management*, Vol. 25(6), pp. 1075-1082.

Luttrupp, C. & Lagerstedt, J. (2006). EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14(15–16), pp. 1396-1408.

Masui, K., Mizuhara, K., Ishii, K. & Rose, C.M. (1999). Development of products embedded disassembly process based on end-of-life strategies, *Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 1999. *Proceedings. EcoDesign '99: First International Symposium On*, pp. 570-575.

McDonough, W. & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*, 1st edition. North Point Press, 193 p.

- McDonough, W., Braungart, M., Anastas, P.T. & Zimmerman, J.B. (2003). Peer Reviewed: Applying the Principles of Green Engineering to Cradle-to-Cradle Design, *Environmental Science & Technology*, Vol. 37(23), pp. 434A-441A.
- McGrath, M.E. (1996). *Setting the PACE in product development: A guide to product and cycle-time excellence*, Routledge, 240 p.
- Meinders, H. (1997). *Point of No return*, Philips Ecodesign Guidelines, Philips Electronics, Eindhoven, 80 p.
- Millet, D., Bistagnino, L., Lanzavecchia, C., Camous, R. & Poldma, T. (2007). Does the potential of the use of LCA match the design team needs? *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15(4), pp. 335-346.
- Mont, O. & Plepys, A. (2008). Sustainable consumption progress: should we be proud or alarmed? *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16(4), pp. 531-537.
- Murphy, S.A. & Kumar, V. (1997). The front end of new product development: a Canadian survey, *R&D Management*, Vol. 27(1), pp. 5-15.
- van Nes, N. & Cramer, J. (2003). Design strategies for the lifetime optimisation of products, *The Journal of Sustainable Product Design*, Vol. 3(3-4), pp. 101-107.
- Östlin, J., Sundin, E. & Björkman, M. (2009). Product life-cycle implications for re-manufacturing strategies, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17(11), pp. 999-1009.
- de Pauw, I., Karana, E. & Kandachar, P. (2013). Cradle to Cradle in Product Development: A Case Study of Closed-Loop Design, in: Nee, A.Y.C., Song, B. & Ong, S. (ed.), *Springer Singapore*, pp. 47-52.
- Porter, M.E. & van der Linde, C. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9(4), pp. 97-118.
- Product Development Institute. (2015). *Stage-Gate - Your Roadmap for New Product Development*, Product Development Institute, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 22.7.2015): <http://www.prod-dev.com/stage-gate.php>.
- Pujari, D. (2006). Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance, *Technovation*, Vol. 26(1), pp. 76-85.
- Remery, M., Mascle, C. & Agard, B. (2012). A new method for evaluating the best product end-of-life strategy during the early design phase, *Journal of Engineering Design*, Vol. 23(6), pp. 419-441.
- RoHS directive. (2011). 65. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32011L0065>.
- Rose, C.M. (2000). *Design for environment: a method for formulating product end-of-life strategies*, 175 p.

Rose, C.M. & Stevels, A. (2001). Metrics for end-of-life strategies (ELSEIM), Electronics and the Environment, 2001. Proceedings of the 2001 IEEE International Symposium on, pp. 100-105.

Rose, C., Ishii, K. & Stevels, A. (2002). Influencing Design to Improve Product End-of-Life Stage, Research in Engineering Design, Vol. 13(2), pp. 83-93.

Ryan, M.J. (2014). Design for system retirement, Journal of Cleaner Production, Vol. 70pp. 203-210.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2009). Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV, Kvalitatiivisten menetelmien verkko-oppikirja. Yhteiskuntatieteellisen tietöarkiston julkaisu, 167 p.

Sarkis, J. (2001). Manufacturing's role in corporate environmental sustainability - Concerns for the new millennium, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 21(5), pp. 666-686.

Sauer, B.J., Hildebrandt, C.C., Franklin, W.E. & Hunt, R.G. (1994). Resource and environmental profile analysis of children's diaper systems, Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 13(6), pp. 1003-1009.

Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2009). Research methods for business students, 5. painos. Pearson Education Limited, Harlow, 614 p.

SFS. (2015). ISO 14000 Ympäristöjohtaminen, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 29.9.2015): <http://www.sfs.fi/iso14000>.

Simon, M., Poole, S., Sweatman, A., Evans, S., Bhamra, T. & Mcaloone, T. (2000). Environmental priorities in strategic product development, Business Strategy and the Environment, Vol. 9(6), pp. 367-377.

Steger, U. (1993). The greening of the board room: how German companies are dealing with environmental issues, Environmental Strategies for Industry, pp. 147-166.

SYKE. (2013). Tuotesuunnittelu ja tuotteet, Suomen ympäristökeskus SYKE, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 28.8.2015): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tuotesuunnittelu_ja_tuotteet.

Tanskanen, P. (2013). Management and recycling of electronic waste, Acta Materialia, Vol. 61(3), pp. 1001-1011.

The Economist. (2009). Triple Bottom Line, The Economist Newspaper Limited, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 21.9.2015): <http://www.economist.com/node/14301663>.

Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J. & Van Wassenhove, L. (1995). Strategic issues in product recovery management, California management review, Vol. 37(2), pp. 114-135.

Tilastokeskus. (2013). Jätteiden käsittely vuonna 2013, tonnia, Suomen virallinen tilasto (SVT), verkkosivu. Saatavissa (viitattu 17.9.2015):
http://www.stat.fi/til/jate/2013/jate_2013_2015-05-28_tau_001_fi.html.

Tingström, J. (2005). The challenge of environmental improvement in different types of innovation projects, in: *Advances in Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering*, Springer, pp. 33-44.

Tischner, U., Schmincke, E., Rubik, F. & Prösler, M. (2000). *How to do EcoDesign, Ein Handbuch für die ökologische und ökonomische Gestaltung*. Verlag form, Frankfurt am Main, 197 p.

Ulrich, K.T. & Eppinger, S.D. (2012). *Product design and development*, 5. painos. McGraw-Hill Irwin, 415 p.

Valdivia, S., Ugaya, C., Sonnemann, G. & Hildenbrand, J. (ed.). 2011. *Towards a life cycle sustainability assessment. Making informed choices on products*. Paris, France, UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. 66 p.

Volvo Group. (2015). *Volvo Group's Sustainability Report 2015*, Volvo Group, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 7.9.2015):
http://www3.volvocars.com/investors/finrep/sr14/pdf/SR_2014.pdf.

Waage, S.A. (2007). Re-considering product design: a practical "road-map" for integration of sustainability issues, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15(7), pp. 638-649.

WEEE directive (2012). 19. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012L0019>.

van Weenen, J.C. (1995). Towards sustainable product development, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 3(1-2), pp. 95-100.

Wenzel, H., Hauschild, M.Z. & Alting, L. (2000). *Environmental Assessment of Products: Volume 1: Methodology, tools and case studies in product development*, Springer Science & Business Media, 543 p.

Wimmer, W. (1999). The ECODESIGN checklist method: a redesign tool for environmental product improvements, *Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 1999. Proceedings. EcoDesign'99: First International Symposium On, IEEE, pp. 685-688.

Ympäristöministeriö. (2013). *Ympäristömerkit*, Ympäristöministeriö, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 28.8.2015): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/Ymparistomerkit.

Ympäristöministeriö. (2015). *Kiertotalous*, Ympäristöministeriö, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.9.2015): http://www.ym.fi/fi-fi/Ymparisto/Vihrea_kasvu/Kiertotalous.

Zwolinski, P., Lopez-Ontiveros, M. & Brissaud, D. (2006). Integrated design of remanufacturable products based on product profiles, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14(15–16), pp. 1333-1345.

LIITTEET (3 KPL)

LIITE A: TAULUKKO YMPÄRISTÖSUUNNITTELUA KOSKEVISTA TYÖKALUISTA

Työkalu	Tarkoitus/tehtävä
ABC-Analysis (Byggeth & Hochschorner 2006; perustuen Tischner et al. 2000)	Käytetään arvioimaan tuotteen ympäristövaikutuksia. Arvioinnissa käytetään 11 erilaista kriteeriä, jotka arvioidaan asteikolla A-B-C. A tarkoittaa, että kyseessä on ongelma, johon täytyy puuttua. B taas kertoo, että asiaa tulisi tarkkailla ja pyrkiä parantamaan. C taas viittaa, että kyseessä on harmiton asia, johon ei tarvitse toimenpiteitä.
The Environmentally Responsible Product Assessment Matrix (ERPA) (Graedel et al. 1995; Hochschorner & Finnveden 2003)	Matriisi, jonka avulla arvioidaan tuotteen potentiaalia parannuksiin ympäristösuorituskyvyn kannalta. Jokaista tuotteen elinkaaren viittä vaihetta arvioidaan erikseen. ERPAssa elinkaaren loppua arvioidaan lähtökohdista kunnostus/kierrätys/hävitys. Kriteereinä eri elinkaaren vaiheisiin käytetään materiaalivalintoja, energiankäyttöä, kiinteitä jätteitä, nestemäisiä jätteitä sekä kaasupäästöjä. Näiden avulla elinkaaren eri vaiheita arvioidaan jokaisen kriteerin näkökulmasta asteikolla 0:sta (suurin vaikutus) 4:ään (pienin vaikutus). Näin saadaan tuotteelle kokonaistulos asteikolla 0-100.
MECO (Wenzel et al. 2000)	Työkalua käytetään arvioimaan tuotteen ympäristövaikutuksia eri elinkaaren vaiheissa (materiaalinhankinnassa, valmistuksessa, käytössä, hävityksessä ja kuljetuksessa). Arviointia ja laskelmia tehdään materiaalien (M), energian (E), kemikaalien (C) sekä muiden (O) ympäristövaikutusten näkökulmasta
MET-Matrix (Brezet et al. 1997; Knight & Jenkins 2009)	MET-Matriisissa ympäristöongelmat jaotellaan kolmeen kategoriaan materiaalisykliin (M), energiankäyttöön (E) sekä myrkyllisiin päästöihin (T). Työkalun tarkoituksena on löytää tärkeimmät ympäristölliset ongelmat tuotteen elinkaaresta näiden kolmen kategorian kautta. Matriisin avulla pyritään määrittelemään erilaiset strategiat, joiden avulla näihin ongelmaan puututaan.
Philips Fast Five Awareness (Byggeth & Hochschorner 2006; perustuen Meinders 1997)	Työkalun tarkoituksena on arvioida ja vertailla erilaisia tuotekonsepteja referenssituotteisiin. Työkalu käyttää tässä viittä kriteeriä, jotka ovat energia, kierrätettävyyys, vaarallisten jätteiden määrä, kestävyys/korjattavuus/arvokkuus sekä vaihtoehtoiset tavat käyttää palvelua.

Työkalu	Tarkoitus/tehtävä
ECODESIGN Check-list Method (ECM) (Wimmer 1999)	Metodi perustuu ecodesign-vaatimuksiin, jotka on muokattu tarkistuslistaksi. Lista koostuu kolmesta pääalueesta: osien, toimintojen ja tuotteen analyysistä. Nämä koostuvat edelleen 8, 5 ja 3 eri ominaisuudesta. Elinkaaren loppupäätä suoraan koskevia aihepiirejä ECM:ssä edustavat kierrätettävyys, elinikä, korjattavuus ja purku.
Eco Design Strategy Wheel / Life-cycle design strategies wheel (LiDS-wheel) (Bevilacqua et al. 2012; Bhamra 2004; Van Hemel 1998)	Työkalu, jonka avulla parannetaan tuotteen ympäristöllistä suorituskkyä keskittyen seitsemään strategiaan. Nämä ovat pienivaikutuksellisten materiaalien valinta, materiaalinkäytön vähentäminen, optimointitekniikat, jakelujärjestelmän optimointi, käytön aikaisen vaikutuksen optimointi, elinkaaren optimointi sekä elinkaaren lopun järjestelmien optimointi. Elinkaaren loppua koskien työkalu ottaa huomioon tuotteen uudelleenkäytön, uudelleenvalmistettavuuden ja kunnostettavuuden, materiaalien kierrätettävyyden, turvallisen poltettavuuden sekä turvallisen tuotteen jäämien hävittämisen.
Environmental Objectives Deployment (EOD) (Byggeth & Hochschorner 2006; perustuen Karlsson 1997)	Työkalun tarkoituksena on esittää suhteita tuotteen teknisten ominaisuuksien, kuten materiaalien, korjattavuuden tai energiatehokkuuden, sekä ympäristöllisten asioiden, kuten materiaalinkäytön, painonkevennyksen ja kierrätettyjen materiaalien käytön, välillä.
Strategy List (Byggeth & Hochschorner 2006; perustuen Tischner et al. 2000)	Työkalua käytetään parantamaan tuotekonseptin ympäristöominaisuuksia tai vertailuun eri konseptien välillä. Työkalu koostuu listasta erilaisia ehdotuksia eri tuotteen elinkaaren vaiheita koskien. Elinkaaren loppua työkalussa edustavat tuotteen kierrätys ja hävitys. Ehdotukset perustustuvat kriteerilistaan, joka sisältää materiaalin-, energian- ja maankäytön, palvelupotentiaalin, saasteiden, jätteiden ja päästöjen määrät sekä terveydelliset ja ympäristölliset riskit.
Ten Golden Rules (Luttrupp & Lagerstedt 2006)	Työkalu perustuu yrityksistä kerättyihin ohjelistöihin ja käsikirjoihin. Nimensä mukaisesti työkalu sisältää yhteensä kymmenen erilaista sääntöä, joita noudattamalla voidaan kehittää ympäristöystävällisempiä tuotteita. Säännöt koskevat muun muassa myrkyllisiä aineiden välttelyä, energian- ja resurssien käytön minimointia, korjattavuutta ja päivitettävyyttä. Elinkaaren loppua näistä säännöistä koskevat erityisesti korjattavuus, päivitettävyyys, kierrätettävyys, joihin säännöissä kannustetaan muun muassa moduloinnin, manuaalien, ei-sekoitettujen materiaalien, ei-seosten sekä helposti purettavien liitosten kautta.

Työkalu	Tarkoitus/tehtävä
<p>Mustat listat, harmaat listat, valkoiset listat (Tingström 2005; Luttröpp & Lagerstedt 2006; Volvo Group 2015)</p>	<p>Yrityksillä voi olla omia listojaan liittyen käytettäviin materiaaleihin. Esimerkiksi Volvolla on omat listansa yrityksen tuotteissa käytettävistä materiaaleista. Yrityksen mustalla listalla on materiaaleja, joita ei Volvon tuotteissa käytetä. Harmaalla listalla taas on materiaaleja, joiden käyttöä pyritään välttämään. Valkoisella listalla taas on materiaaleja, joiden käyttöä suositellaan yrityksen tuotteissa.</p>
<p>Environmental Effect Analysis (EEA) (Lindahl 2001; Tingström 2005)</p>	<p>EEA on viisivaiheinen työkalu. Nämä vaiheet ovat valmistelu, tuotteen elinkaaren tietojen keräys, näiden tietojen analysointi ja arviointi, valittujen ehdotusten implementointi käytäntöön sekä näiden toimintojen jälkiseuranta. EEA:n etuna voidaan pitää sitä, että työkalua voidaan käyttää jo aikaisissa vaiheissa kehitysprosessissa.</p>
<p>Resource and Environmental Profile Analysis (REPA) (Sauer et al. 1994; Hunt et al. 1996)</p>	<p>REPA on LCA:ta edeltänyt työkalu tuotteiden elinkaaren ympäristötutkimukseen. Työkalun avulla pystytään arvioimaan tuotteen koko elinkaaren energia- ja vedentarpeet, sen päästämät ilman- ja vedenpäästöt sekä tuottamat kiinteät jätteet. Työkalua on käytetty jo 1970-luvulta lähtien erityisesti kiinteisiin jätteisiin liittyviin ongelmiin. REPA:sta onkin ollut hyötyä monenlaisissa pakkauksiin liittyvissä tilanteissa esimerkiksi elintarviketeollisuudessa. Toisaalta työkalua on myös käytetty esimerkiksi erilaisten vaippa-vaihtoehtojen keskinäiseen vertailuun.</p>

LIITE B: HAASTATTELURUNKO 1

Haastattelurunko

Kestävyyden arvon muodostuminen teollisissa prosesseissa

0. Aloitus ja tutkimuksen esittely

- Mikä on nimenne?
- StraSus (Strategic business models and governance for sustainable solutions)
- Tavoitteet (Auttaa yrityksiä löytämään keinoja parantaa ja tehostaa liiketoimintaansa)
- Tausta (VTT, Aalto, LUT, TUT ja Fortum, Nokia, Solita, Vapo sekä Ekokem)
- Vastausten käsittely, julkaisumuoto, tulosaineiston tarkastaminen ennen julkaisua
(täysi luottamuksellisuus, diplomityö, konferenssipaperi, kommenttikierros ennen julkaisua)
- Missä muodossa tutkimuksen tulokset on käytettävissä
 - o kokonaisuudessaan valmiina diplomityönä ja konferenssiartikkeleina
 - o sisäinen purkutilaisuus mahdollinen
- Haastateltavan omat odotukset tutkimukselle
- Motivointi, mitä hyötyä tutkimuksesta tulee olemaan
(saattaa löytyä uusia tapoja edistää kestävästä kehitystä taloudellisesti kannattavalla tavalla ja oppia muilta haastateltavilta toimintatapoja)
- Tämän jälkeen nauhuri päälle (jäljitettävyyden, eikä hukata aikaa)

1. Taustoittavat kysymykset

- Henkilö:
 - o Titteli
 - o Mikä on toimenkuvanne ja toiminto/prosessi, jossa työskentelette?
 - o Miten pitkään olette olleet töissä tässä firmassa?
- Firma:
 - o Ketkä ovat yrityksen asiakkaita (teollisuudenalat)?
 - o Teettekö ympäristö-/vastuullisuusraportteja?

2. Toimintaympäristö

- Minkälainen on yrityksenne toimiala ja toimintaympäristö, jossa yrityksenne toimii ja minkälainen on sen nykytilanne?
- Tulevaisuus?
 - o Muutostekijät, jotka vaikuttavat tässä toimintaympäristössä
 - o Kasvaa, kuihtuu?
 - o Trendit? (Kaupungistuminen, väestön ikääntyminen jne.)
 - o Miten kestävä kehitys/tiukkenevat säännöt vaikuttavat toimintaympäristöön ja toimintaan?

3. Kestävyys ja kestävä kehitys

- Mitä mielestänne tarkoittaa kestävyys ja kestävä kehitys?

- Teille itsellenne?
 - Firmalle virallisesti?
- Mitkä ovat mielestänne kestävä kehityksen päämäärät?
- Mihin yrityksenne tarvitsee kestävä toimintaa ja kestävä kehitystä?
- Miten yrityksenne huomioi kestävyiden ja kestävä kehityksen toiminnassaan?
 - Missä toiminnoissa?
 - Miten se näkyy ja toteutetaan?
- Onko yrityksessänne käytössä menetelmiä/työkaluja joilla varmistetaan kestävyiden ja kestävä kehityksen toteutuminen? Käytättekö työkaluja/viitekehyksiä/strategiaa:
 - Millaisia? (esim. VSM tai BSC)
 - Koetteko hyödyllisiksi?
 - Jos kyllä, niin mikä on niistä saatava hyöty? Miten ne auttavat jäsentämään/ymmärtämään/arvioimaa kestävä kehityksen mukaista toimintaa?
- Miten prosessi, jossa itse olette mukana, toteuttaa kestävyiden periaatetta?
 - Käydään läpi esimerkkitapaus toiminnasta (esim. R&D:ssä tuotekehitysprosessi alusta loppuun; myynnissä myyntiprosessi; tuotannossa vaikka tietyn tuotteen kulku läpi valmistusprosessin) ja keskustellaan miten prosessissa voidaan tunnistaa kestävyiden periaate
 - Kriittiset kohdat, joissa kestävyys on mukana ko. toiminnossa/prosessissa
 - Miten haitat vältetään tai hyödyt varmistetaan?
 - Miten ympäristöllinen tai sosiaalinen hyöty/haitta syntyy?
 - Mitkä ovat konkreettiset toimet, joilla kestävyttä toteutetaan?
 - Mihin tarvitaan/Tarvitaanko ulkopuolisia palveluntarjoajia?
- Mikä saa yrityksenne ajattelemaan kestävyttä ja toimimaan vastuullisesti?
 - Lainsäädäntö?
 - Oma tahto?
 - Taloudellinen hyöty?
 - Asiakkaan vaatimus?
- Mihin kestävä kehityksellä tulisi yrityksessänne mielestänne pyrkiä lähitulevaisuudessa?
 - Mahdolliset saavutettavat hyödyt?
 - Uhat ja mitä kysymyksiä tavoitteeseen liittyy?
 - Miten toimintaa voitaisiin kehittää konkreettisesti?
 - Pystyttekö tunnistamaan prosesseja, prosessinosia, joissa voitaisiin toimia vastuullisemmin?
 - Materiaalivirtoja tai jätettä, joita ei käsitellä/hyödynnetä?
 - Oman työnne/toimintonne näkökulmasta?
- Entä pitkällä aikavälillä?
 - Mahdolliset saavutettavat hyödyt?
 - Uhat ja mitä kysymyksiä tavoitteeseen liittyy?
 - Miten toimintaa voitaisiin kehittää konkreettisesti?
 - Pystyttekö tunnistamaan prosesseja, prosessinosia, joissa voitaisiin toimia vastuullisemmin?
 - Materiaalivirtoja, joita ei käsitellä?
 - Oman työnne/toimintonne näkökulmasta?

4. Kestävyiden arvon muodostuminen

- Mitä hyötyä kestävästä toiminnasta/kehityksestä on ollut:

- Yrityksellenne?
- Ympäristölle?
- Työyhteisölle?
- Asiakkaille?
- Muille sidosryhmille?
- Mitä haittoja?
- Miten kestävyiden arvo tunnustetaan?
 - Onko käytössä toistuvia strukturoituja menetelmiä tai työkaluja?
 - Mihin huomio kiinnitetään näillä menetelmillä?
 - Miten arvo määritellään?
 - Mistä tekijöistä kestävyiden arvo muodostuu?
- Miksi kestävyiden ja kestävä kehityksen mukainen toiminta on yrityksellenne arvokasta?
 - Miten kestävyys/kestävä kehitys muuntuu kilpailueduksi?
- Voiko yksittäinen yritys olla kestävä vai tarvitaanko verkostoajattelua?

5. Ulkopuolisten palveluntarjoajien rooli

- Mikä on ulkopuolisten toimittajien/palveluntarjoajien tilanne/osuus/osallistuminen kestävyiden periaatteen mukaisessa toiminnassa tällä hetkellä?
 - Tiivistä yhteistyötä vai arm's lenght?
 - Koettu hyöty?
- Onko ulkopuolis(t)en palveluntarjoajan/-tarjoajien toiminta ollut sitä mitä luvattiin/odotettiin?
- Miten näette ulkopuolisen palveluntarjoajien roolin kestävä kehityksen edistäjänä tulevaisuudessa?
 - Millä osa-alueella?
 - Tarvitaanko lisää, vähemmän?
 - Neuvonantaja, asiantuntija, kokonaisratkaisuja, halutaanko itse osallistua mitenkään (kaikki vastuu palveluntarjoajalla) vai tarvitaanko ollenkaan?
- Miten toimintaa/yhteistyötä voisi jatkossa konkreettisesti kehittää?
 - Miten hyötyjä voitaisiin jakaa?
 - Miten tavoitteet tulisi määritellä?

6. Lopettelevat

- Lisättävää?
- Muut haastateltavat? (tarvittaessa)
- Sopivia havainnoinnin kohteita? (tarvittaessa)
- Kommentteja haastatteluun yleisesti?

LIITE C: HAASTATTELURUNKO 2

Haastattelurunko

Elinkaaren loppupäätä koskeva päätöksenteko tuotekehityksessä

0. Aloitus ja tutkimuksen esittely

- Mikä on nimenne?
- StraSus (Strategic business models and governance for sustainable solutions)
- Tavoitteet (Auttaa yrityksiä löytämään keinoja parantaa ja tehostaa liiketoimintaansa)
- Tausta (VTT, Aalto, LUT, TUT ja Fortum, Nokia, Solita, Vapo sekä Ekokem)
- Vastausten käsittely, julkaisumuoto, tulosaineiston tarkastaminen ennen julkaisua
(täysi luottamuksellisuus, diplomityö ja konferenssipaperi, kommenttikierros ennen julkaisua)
- Missä muodossa tutkimuksen tulokset on käytettävissä
 - o Yleisellä tasolla diplomityössä ja konffapaperissa
 - o Ei erillistä yrityserrittelyä

1. Taustoittavat kysymykset

- Henkilö:
 - o Titteli
 - o Mikä on toimenkuvanne ja toiminto/prosessi, jossa työskentelette?
 - o Koulutustausta ja työkokemus (tässä firmassa ja yleensä)

2. Tuotekehitys yleisellä tasolla

- Mitkä ovat tuotekehityksen yleiset tavoitteet?
 - o Mitä tavoitellaan?
 - o Painotus välillä uudet tuotteet - vanhojen parannukset
 - o Miten tavoitteiden asetanta eroaa projektien välillä?
- Kuinka tärkeässä osassa yrityksen toimintaa tuotekehitys koetaan olevan?
 - o Merkittävä kilpailukyvyyn lähde?
 - o Tehdäänkö jotain erilailla kilpailijoihin nähden?
- Kuinka moni työskentelee tuotekehityksessä?
 - o Minkälaisissa tehtävissä?
- Kuinka paljon rahallista panosta laitetaan tuotekehitykseen?
 - o Prosentuaalisesti
 - o Miten on muuttunut vuosien varrella?
- Minkälainen on tyypillinen tuotekehitysprosessi?
 - o Minkälaisia vaiheita siihen kuuluu?
 - o Mistä ideat?
 - o Mitä tehdään?
 - o Kuka tekee?
 - o Stage-Gate?
- Minkälaisia päätöksiä tehdään tuotekehityksen eri vaiheissa?
 - o Mitä erityisesti prosessin alkupäässä?
- Minkälaisia työkaluja/mittareita käytetään tuotekehityksessä?
 - o Mitä mitataan?
 - o Millä perusteilla on tietyt työkalut/mittarit valittu?

- Kuinka usein käytettäviä työkaluja/mittareita vaihdellaan?
- Miten tuotekehitysprosessissa hyödynnetään yrityksen eri osastoja?
 - Tuotanto
 - Myynti
 - Markkinointi
 - Ympäristöosasto
 - ...
 - Koetaanko tästä olevan hyötyä? Miten?

3. Kestävä kehitys yrityksessä

- Mitä kestävä kehitys tarkoittaa?
 - Teille itsellenne?
 - Firmalle virallisesti?
- Miten kestävä kehitys näkyy yrityksen toiminnassa?
- Mihin yritys tarvitsee kestävää kehitystä?
- Mikä saa yrityksen toimimaan kestävästi?
 - Sisäiset/ulkoiset motivaation lähteet?
- Onko sillä selkeää roolia yrityksen liiketoimintamallissa?
 - Millainen?
 - Miksi?
- Millä tavoin kestävä kehityksen asioihin kiinnitetään huomiota yrityksessä?
 - Missä toiminnoissa?
 - Miten se näkyy ja toteutetaan?
- Millä tavoin elinkaaren loppupään asioihin kiinnitetään huomiota yrityksessä (yleisemmällä tasolla)?

4. Kestävä kehitys ja elinkaaren loppupäätä koskeva päätöksenteko tuotekehityksessä

- Millä tavoin kestävä kehitys näkyy tuotekehityksessä?
 - Mikä on sen painoarvo?
- Miten taloudellisia ja ympäristötavoitteita tasapainotetaan tuotekehityksessä?
- Missä tuotekehityksen vaiheissa kestävä kehityksen teemoihin kiinnitetään huomiota?
 - Missä vaiheissa erityisesti ympäristönäkökulmiin?
- Missä vaiheissa tuotekehitystä elinkaaren loppupään asioihin kiinnitetään huomiota?
- Millä tavoin tuotekehityksessä kiinnitetään huomiota elinkaaren loppupään asioihin?
 - Mitä tehdään?
 - Kuka päättää?
 - Mitä päättää?
 - Materiaalivalinnat?
 - Toimitusketju / Reverse logistics?
- Minkälaisia asioita tulee ottaa huomioon elinkaaren loppupään päätöksenteon kannalta?
 - Mitkä asiat vaikuttavat päätöksentekoon?
- Mitkä ovat tuotteiden elinkaaren lopun käsittelymahdollisuudet?

- Mitä vaihtoehtoja on?
 - Miten asiaa tutkitaan?
- Miten yritys itse hyödyntää elinkaaren loppuun päässeitä tuotteita?
- Olisiko elinkaaren loppua koskevissa toimenpiteissä mielestänne kehitettävää?
 - Millaista?
- Käytetäänkö tuotekehityksessä jotain kestävän kehityksen / ympäristönäkökulmien työkaluja/mittareita?
 - Mitä mitataan?
 - Ovatko itse kehitettyjä/muualta ostettuja
 - Koetaanko hyödyllisiksi?
 - Millä tavoin?
- Vaikuttaako kestävän kehityksen näkökulmien huomioonottaminen tuotekehityksen kulkuun?

5. Tuotekehitysprojektin tarkempi läpikäynti

- Teemana:
 - Tyypillinen projekti
 - Viimeisin projekti
 - Normaalista poikkeava projekti
- Hyvät ja huonot kokemukset projektista
- Mitä tehtiin?
- Miten asiat koettiin?
- Miten kestävä kehitys oli esillä projektissa?
 - Miten elinkaaren loppupään asiat?

6. Lopettelevat

- Lisättävää?
- Kommentteja haastatteluun yleisesti?